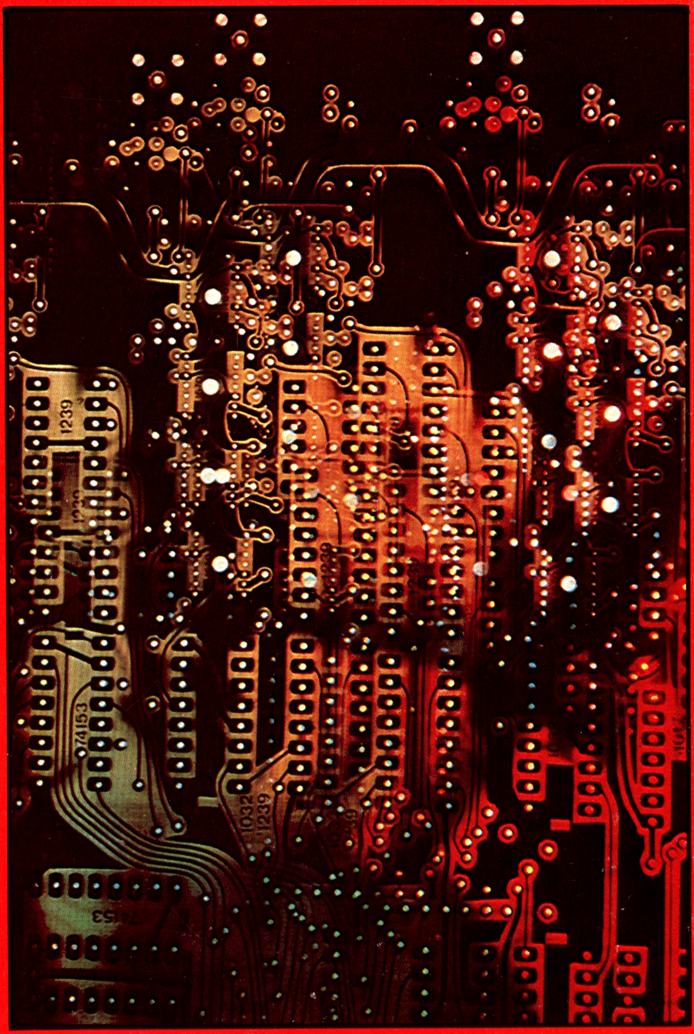
SCIENCES & AVENIR



LES ORDINATEURS ET LA VIE QUOTIDIENNE

numéro spécial prix : france 12 francs, belgique 104 francs, suisse 10,50 francs, canada 3,50 dollars, espagne 180 pesetas.

l'ordinateur à la portée de tous

particuliers - enseignants - professions libérales - entreprises individuelles - etc.

tous les mois dans :

au sommaire du n° 1

- Un ordinateur à moins de 8 000 FF. au banc d'essai : le PET.
- Othello, un jeu en programme sans partenaire...
- Musique sur votre ordinateur.
- Initiation : anatomie de l'ordinateur.
- Initiation : programmez vous-même.
- "L'informaceutique" ou l'ordinateur à la pharmacie.
- Comment l'informatique devint individuelle.
- Les rubriques des clubs.

dès le 1er octobre chez votre marchand de journaux

AVENIR
S SÉRIE N° 24
VIE QUOTIDIENNE

. . . . 8

. . . . 10
s de MBC-Alcyane

égrés 16

. . . . 30

nateur 38

. . . . 50

ces 64

. . . . 74

. . . . 80

. . . . 86

le 90
urs de MBC-Alcyane

Le microprocesseur Micral 96
André Raynaud / *Directeur de Marketing de R2E*

Encart Time-Life 3

CCP 000-0714166-52 Bruxelles. Les titres des articles et les textes de présentation sont établis par la rédaction de Sciences et Avenir.

Copyright Sciences et Avenir
Commission paritaire n° 55491
Distribué par les NMPP
Photocomposition : A.G.S.
130, bd Saint-Germain, 75006 Paris
Photogravure : A.G.S.

Imprimerie GC PRESSE - 687.35.45
Numéro de dépôt légal N° 149.

Crédit photo

Couverture - P. 39-41-42-43-46-47-50-51-54-55-57-58-59-62-63-66-67-70 : Dominique Sarraute. - P. 11 : Collection S.A. - P. 12 : IBM. - P. 13 : Intel. - P. 14 : J.-P. Bouhot. - P. 16 : IBM. - P. 18-19 : IBM. - P. 20 : DR. - P. 21 : Intel. - P. 22 : IBM, J.-P. Bouhot. - P. 24-25 : IBM. - P. 28-29 : IBM. - P. 30 : Schürr/Rush. - P. 32 : IBM. - P. 33 : Collection S.A. - P. 34 : Rolls-Royce. - P. 35 : Fanatronic JCS Composant. - P. 40 : Digital Equipement. - P. 45 : Sigmatronics, Hans Baumann. - P. 45 : Sigmatronics, Mellin. - P. 48 : Intel. - P. 49 : Sigmatronics. - P. 50-61 : Association pour un centre culturel scientifique Grenoble. - P. 53 : Niepce Rapho. - P. 64-68-69-72 : Voulgaropoulos. - P. 75 :I.B.M. - P. 76 : Olivetti. - P. 80 : IBM. - P. 82 : IBM. - P. 83 : Rapho. - P. 84 : Voulgaropoulos. - P. 86-87-88-89 : IBM. - P. 90-95 : J.-P. Bouhot. - P. 96-97-98 : R2E.

l'o
à la p

particuliers - enseignants

tous les mois
dans :

... de cette région inhospita
où hommes
et bêtes doivent chasse
pour survivre : l'Amazon

EDITIONS
TIME
LIFE
B.P. 83-08
75362 Paris Cedex 08

Retrouvez le goût de l'aventure...
Le sentier taillé à coups de machette dans la jungle amazonienne... une pirogue qui tourbillonne sur les rapides du Colorado... le moutonnement beige des dunes dans les déserts de Russie. Puis, vous éprouverez physiquement le contact de la Nature : l'émotion qui vous serre la gorge à la vue d'un grand fauve... les oreilles qui s'irritent du ricanement des hyènes sous la lune... l'œil qui s'émerveille au fulgurant ballet de poissons hyper-réalistes.

Une collection unique !
Pour réaliser cette collection, la première et la seule qui résume *Les Grandes Etendues Sauvages*, les Editions Time-Life ont organisé des expéditions aux 4 coins du monde avec les savants, les photographes et les rédacteurs les plus réputés dans leur spécialité. Ils en ont rapporté des images d'une hardiesse et d'une beauté incomparables... Des récits criants de vie qui vous font participer au feu de l'action.

Seul ou en famille (surtout avec vos enfants, ces explorateurs dans l'âme) vous découvrirez d'abord L'AMAZONIE. Puis LA GRANDE BARRIERE (Australie), LE GRAND CANYON (Arizona), les DESERTS ET MONTAGNES DE RUSSIE, L'ALASKA, LA GRANDE FAILLE D'AFRIQUE, LE SAHARA, L'HIMALAYA et bien d'autres régions grandioses, encore protégées des atteintes de l'homme.

De magnifiques volumes de bibliothèque.
La collection *Les Grandes Etendues Sauvages* se compose de volumes superbement reliés, en grand format (26,5 x 23 cm) comprenant chacun environ 184 pages et plus de 100 magnifiques illustrations pour la plupart en couleurs.

L'AMAZONIE, premier volume de la collection, vous appartient pour 10 jours d'examen absolument gratuit. Pour le recevoir sans aucun engagement, retournez-nous simplement, aujourd'hui même, la carte ci-contre après l'avoir complétée.

clubs.

dès le 1er octobre chez votre marchand de journaux

GRATUIT

2 superbes posters d'animaux en péril : le puma de Floride et le panda géant... véritables chefs-d'œuvre de la nature qu'il faut protéger à tout prix.

C'est le cadeau (photographié page suivante) que nous vous offrons pour vous remercier d'examiner L'AMAZONIE.

CARTE D'EXAMEN GRATUIT

OUI, veuillez accepter ma demande de consultation du volume L'AMAZONIE et envoyez-le-moi pour un examen gratuit de 10 jours en même temps que mon cadeau : 2 posters géants d'animaux en péril.

Si je décide de garder L'AMAZONIE je paierai la facture qui accompagne ce volume et vous m'inscrirez comme abonné à la collection *Les Grandes Etendues Sauvages.* Je recevrai alors les volumes suivants de la collection à raison d'un livre tous les deux mois environ, toujours pour un examen gratuit de 10 jours, et je bénéficierai pour chaque volume du même prix spécialement avantageux.

Je ne suis nullement tenu d'acheter un nombre minimum de livres et je suis en droit de résilier mon abonnement à tout moment, en vous le faisant simplement savoir par écrit.

Si le volume L'AMAZONIE ne répond pas exactement à mon attente, je vous le retournerai dans les 10 jours suivant sa réception. Vous cesserez toute autre expédition et je ne vous devrai rien.

Chaque volume 54,50 F plus frais d'envoi (actuellement 6,50 F).

INSCRIVEZ EN MAJUSCULES VOS NOM ET ADRESSE

Prénom ______________ Nom ______________

N° ________ Rue ______________

Code postal ________ Ville ______________

Signature obligatoire ______________

Retournez cette carte dès aujourd'hui à :
Editions Time-Life, Boîte postale 83-08 - 75362 Paris Cedex 08 WIP 3892-06

AVENIR

S SÉRIE N° 24

VIE QUOTIDIENNE

. . . . 8

. . . . 10
s de MBC-Alcyane

égrés 16

. . . . 30

nateur 38

. . . . 50

ces 64

. . . . 74

. . . . 80

. . . . 86

le 90
urs de MBC-Alcyane

Le microprocesseur Micral 96
André Raynaud / *Directeur de Marketing de R2E*

Encart Time-Life 3

CCP 000-0714166-52 Bruxelles. Les titres des articles et les textes de présentation sont établis par la rédaction de Sciences et Avenir.

Copyright Sciences et Avenir

Commission paritaire n° 55491
Distribué par les NMPP
Photocomposition : A.G.S.
130, bd Saint-Germain, 75006 Paris
Photogravure : A.G.S.

Imprimerie GC PRESSE - 687.35.45
Numéro de dépôt légal N° 149.

Crédit photo

Couverture - P. 39-41-42-43-46-47-50-51-54-55-57-58-59-62-63-66-67-70 : Dominique Sarraute. - P. 11 : Collection S.A. - P. 12 : IBM. - P. 13 : Intel. - P. 14 : J.-P. Bouhot. - P. 16 : IBM. - P. 18-19 : IBM. - P. 20 : DR. - P. 21 : Intel. - P. 22 : IBM, J.-P. Bouhot. - P. 24-25 : IBM. - P. 28-29 : IBM. - P. 30 : Schürr/Rush. - P. 32 : IBM. - P. 33 : Collection S.A. - P. 34 : Rolls-Royce. - P. 35 : Fanatronic JCS Composant. - P. 40 : Digital Equipement. - P. 45 : Sigmatronics, Hans Baumann. - P. 45 : Sigmatronics, Mellin. - P. 48 : Intel. - P. 49 : Sigmatronics. - P. 50-61 : Association pour un centre culturel scientifique Grenoble. - P. 53 : Niepce Rapho. - P. 64-68-69-72 : Voulgaropoulos. - P. 75 :I.B.M. - P. 76 : Olivetti. - P. 80 : IBM. - P. 82 : IBM. - P. 83 : Rapho. - P. 84 : Voulgaropoulos. - P. 86-87-88-89 : IBM. - P. 90-95 : J.-P. Bouhot. - P. 96-97-98 : R2E.

l'...
à la p...

particuliers - enseign...

tous les mois
dans :

GRATUIT - Ces 2 posters géants d'animaux en péril

Le Puma de Floride

De toutes les espèces de pumas, celle de Floride avait presque totalement disparu ! Chassé sans merci pendant des années, le Puma de Floride ne compte plus qu'une centaine de survivants. Depuis 1966, ces magnifique bêtes peuvent être admirées aux Etats-Unis dans le Parc National d'Everglades (Floride), où elles sont désormais protégées.

Le Panda géant

Probablement l'un des animaux les plus connus et aimés dans le monde entier, le Panda géant habite les forêts de bambous des montagnes du Szechwan, à l'ouest de la Chine. Ces animaux, superbes mais rarissimes, sont protégés par le gouvernement chinois et leur nombre semble donc (pour le moment) assez stable.

Vous serez enthousiasmé par la beauté de ces magnifiques affiches grand format (61 x 61 cm) aux couleurs éclatantes, que vous ayez des raisons particulières de vous intéresser à la survie des espèces animales ou que vous soyez simplement un ami des animaux.

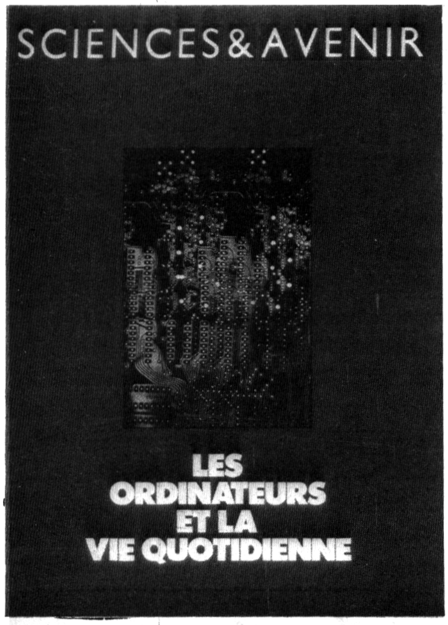
Editions Time-Life, Boîte Postale 83.08, 75362 Paris Cedex 08

Veuillez
timbrer
à 1,20 F.

Editions TIME LIFE
Boîte postale 83-08
75362 PARIS CEDEX 08

clubs.

dès le 1er octobre chez votre marchand de journaux



Ce numéro spécial a été réalisé sous la direction de Jean-Pierre Bouhot

Fondateur : Gérard Lefebvre
Directeur de la publication : Dominique Roussel
Directeur et Rédacteur en chef : Paul Ceuzin
Secrétaire général : Claude Morlon
Secrétaire de rédaction : Daniel Lœvenbruck
Maquette de Jacky Lelong
Iconographie : Martine Dupuis
Publicité : Catherine Rotulo
29, rue du Louvre, 75002 Paris
Tél. : 233.21.73
Inspecteur général des ventes : René Soulhié
Vente au numéro :
29, rue du Louvre, 75002 Paris
Tél. : 233.21.73

Les abonnements et réabonnements à notre revue doivent être adressés à Sciences et Avenir, Service Abonnements, 12, rue Avaulée, 92240 Malakoff - Tél. : 654.14.00 - C.C.P. 12471-70 A Paris. – Tarif des abonnements : abonnement simple (12 numéros). France : 110 F. Belgique : 1100 F.B. Autres pays : 130 F. Abonnement couplé (12 numéros/4 numéros spéciaux) France : 150 F. Belgique : 1500 F.B. Autres pays : 170 F. Pour la Belgique s'adresser à Henry Stevenart, 137, avenue du Pont-de-Luttre, 1190 Bruxelles. CCP 000-0714166-52 Bruxelles. Les titres des articles et les textes de présentation sont établis par la rédaction de Sciences et Avenir.

Copyright Sciences et Avenir
Commission paritaire n° 55491
Distribué par les NMPP
Photocomposition : A.G.S.
130, bd Saint-Germain, 75006 Paris
Photogravure : A.G.S.

Imprimerie GC PRESSE - 687.35.45
Numéro de dépôt légal N° 149.

SCIENCES & AVENIR

NUMÉRO SPÉCIAL HORS SÉRIE N° 24
LES ORDINATEURS ET LA VIE QUOTIDIENNE

Editorial 8
Jean-Pierre Bouhot / *Directeur de MBC-Alcyane*

L'ère des petits ordinateurs 10
Jean-Pierre Bouhot - Georges Cottin / *Directeurs de MBC-Alcyane*

Ces extraordinaires circuits intégrés 16
Jean-Pierre Bouhot / *Directeur de MBC-Alcyane*

Vers l'informatique répartie 30
Bruno France-Lanord / *Ingénieur Conseil*

Comment choisir un petit ordinateur 38
Jean-Paul Garçon / *Ingénieur Conseil*

Langages et programmes 50
Philippe Lajonie / *Ingénieur Conseil*

Micro-informatique et assurances 64
J.-C. Drogoul / *Responsable du Département des assurances collectives à Abeille-Paix-Vie.*

Naissance de la bureautique 74
Michèle Maspéro-Direz / *Gérald Maspéro - Conseils.*

Le prix de la comptabilité 80
Claude Salzman / *Ingénieur-Conseil à la Cegos.*

Les petites machines d'IBM 86
B. Vial / *Direction du Marketing DGSD-IBM France*

Alcyane et l'architecture nodale 90
Jean-Pierre Bouhot et Georges Cottin / *Directeurs de MBC-Alcyane*

Le microprocesseur Micral 96
André Raynaud / *Directeur de Marketing de R2E*

Encart Time-Life 3

Crédit photo

Couverture - P. 39-41-42-43-46-47-50-51-54-55-57-58-59-62-63-66-67-70 : Dominique Sarraute. - P. 11 : Collection S.A. - P. 12 : IBM. - P. 13 : Intel. - P. 14 : J.-P. Bouhot. - P. 16 : IBM. - P. 18-19 : IBM. - P. 20 : DR. - P. 21 : Intel. - P. 22 : IBM, J.-P. Bouhot. - P. 24-25 : IBM. - P. 28-29 : IBM. - P. 30 : Schürr/Rush. - P. 32 : IBM. - P. 33 : Collection S.A. - P. 34 : Rolls-Royce. - P. 35 : Fanatronic JCS Composant. - P. 40 : Digital Equipement. - P. 45 : Sigmatronics, Hans Baumann. - P. 45 : Sigmatronics, Mellin. - P. 48 : Intel. - P. 49 : Sigmatronics. - P. 50-61 : Association pour un centre culturel scientifique Grenoble. - P. 53 : Niepce Rapho. - P. 64-68-69-72 : Voulgaropoulos. - P. 75 :I.B.M. - P. 76 : Olivetti. - P. 80 : IBM. - P. 82 : IBM. - P. 83 : Rapho. - P. 84 : Voulgaropoulos. - P. 86-87-88-89 : IBM. - P. 90-95 : J.-P. Bouhot. - P. 96-97-98 : R2E.

EDITORIAL

PROLONGEMENT de l'outil primitif, la Machine a rendu possible notre Civilisation. Entre toutes les machines, la dernière née, l'ordinateur, est porteuse d'extraordinaires promesses. Machine universelle, protéiforme, capable d'automatiser un laminoir ou d'analyser des textes anciens, l'ordinateur enregistre la pensée de l'homme et l'exécute infailliblement à la vitesse de l'éclair.

Cette révolution initiale est maintenant suivie d'une autre qui va multiplier son importance : pour la première fois l'ordinateur, jusque là limité en diffusion par son coût, devient accessible à un nombre immense d'utilisateurs.

Après les ordinateurs lourds classiques, puis les mini-ordinateurs, les progrès considérables des composants électroniques permettent aujourd'hui l'apparition des micro-ordinateurs. Ces petits ordinateurs — qui sont le thème de ce numéro spécial de *Sciences & Avenir* — ne sont petits que par le coût et par la taille : leurs possibilités sont au niveau de celles de leurs grands frères qui, il y a quelques années, occupaient une salle climatisée toute entière.

De plus, la structure traditionnelle de l'industrie informatique menace d'exploser. Les nouveaux composants électroniques permettent maintenant à de petites sociétés de mettre sur le marché des ordinateurs que seuls de grands constructeurs auraient pu réaliser jadis. Que va-t-il résulter de tout ceci ?

Aujourd'hui, bien faible est le pourcentage de la population des pays développés qui a physiquement approché l'ordinateur. Dès demain, ce seront des millions de personnes qui se trouveront face à face avec lui pour la première fois, et pourront exercer leur créativité sur la machine. Ce sera pour eux un saut dans l'inconnu, et qu'en sortira-t-il à cette échelle ? Nul ne le sait encore, mais l'informatique tout entière s'en trouvera vraisemblablement bouleversée, éclatant hors de son cercle restreint, pénétrant toutes les activités humaines comme jamais auparavant.

Ce premier saut préparera le second, plus profond encore par la nature de son inconnu.

Lorsque je rencontrai pour la première fois Joseph Weinzenbaum (alors mon collègue chez General Electric) au laboratoire de recherche informatique de Sunnyvale, il était déjà préoccupé des problèmes lointains de l'ordinateur. Il venait de créer un nouveau langage de traitement des listes, le SLIP, et un chercheur s'en était servi pour démontrer par ordinateur, pour la première fois, un théorème de géométrie : un banal listage pendait, épinglé au mur du bureau, reflet de la démarche tatonnante de la machine à la recherche d'une vérité mathématique qu'elle finit par atteindre.

Aujourd'hui, seize ans plus tard, dans un article intitulé *Le dernier rêve,* Joseph Weizenbaum nous fait décoller dès les premières lignes :

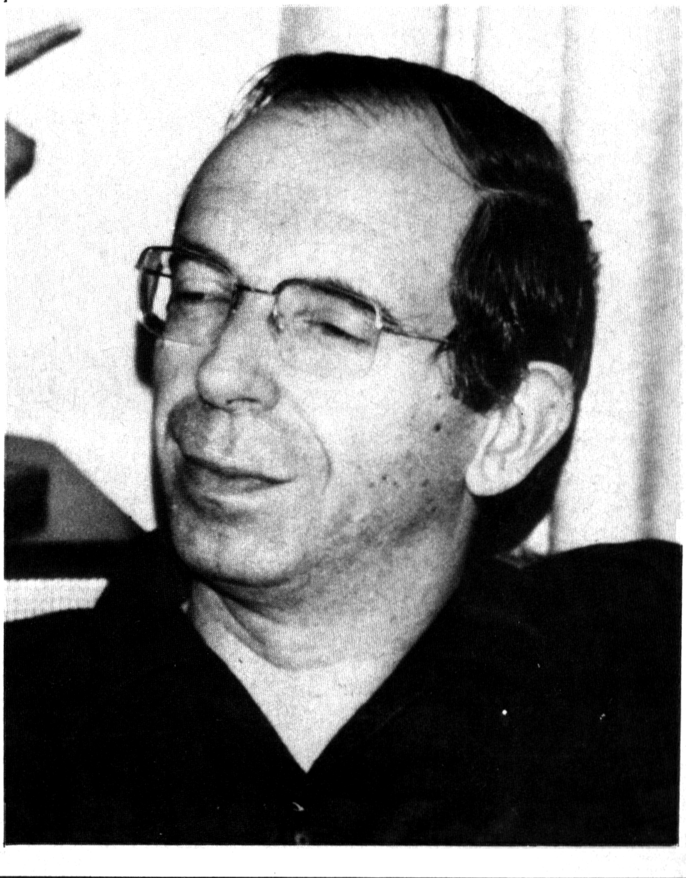
EDITORIAL

« Certains des rêves anciens de l'espèce humaine ont été si persistants qu'un psychologue moderne se devrait de les appeler obsessions. Parmi eux, le rêve Prométhéen de dérober le feu des Dieux, le rêve, conté dans le mythe d'Icare, de quitter la terre en volant, au-delà des planètes ; et finalement le rêve de dérober la puissance divine pour créer la vie elle-même (...). De ces rêves, les deux premiers ont été réalisés dans la seconde moitié de ce siècle. Nous avons allumé le fourneau atomique, et nous avons envoyé des hommes dans l'espace, et nous avons expédié des objets vers des galaxies au-delà de la nôtre. Nous sommes maintenant sur le seuil de l'accomplissement du dernier rêve. Et cela, de deux façons : d'abord en créant une intelligence artificielle, c'est-à-dire en façonnant de main d'homme un objet qui devra fonctionner comme l'esprit humain (...). »

La technologie des circuits intégrés sur silicium sera-t-elle le nouvel Arbre de la Science, plongeant ses racines dans le magma silencieux souterrain et mûrissant ses fruits microélectroniques scintillants au soleil ? Sa croissance est constante : dans 13 ans, sauf obstacles inattendus, nous approcherons des limites actuellement prévisibles. Chaque circuit intégré contiendra des millions de composants (au lieu de dizaines de mille aujourd'hui), et les « petits » ordinateurs de l'époque dépasseront en puissance les monstres de maintenant.

Qu'adviendra-t-il alors de cette incroyable puissance partout répandue ? Saurons-nous créer de stimulants esclaves intellectuels, dialoguant avec leur maître, tels HAL 9000 dans « 2001 l'Odyssée de l'espace » ? Des armées de robots pourront-elles faire disparaître tout travail manuel dans les usines ? Cet avenir est tout entier entre nos mains.

Jean-Pierre BOUHOT



L'ère des petits ordinateurs

Jean-Pierre Bouhot - Georges Cottin
Directeurs de MBC-Alcyane

Grâce au microprocesseur, l'informatique a découvert les avantages des petits ordinateurs : ils sont simples, puissants et surtout... bien moins chers que les gros.

TOUT ordinateur représente des chiffres et lettres manipulés sous la forme de groupes de 0 ou 1 : ce sont les chiffres binaires ou *bits*. Ces zéros et ces uns doivent être combinés entre eux à grande vitesse pour réaliser les opérations de calcul, de mises à jour de fichiers, d'affichage aux écrans, d'impression de documents, etc. Ces combinaisons sont réalisées par le passage des signaux électriques (qui matérialisent les bits) au travers de circuits logiques, appelés *portes*. Il y a plusieurs sortes de portes, différant par leur nombre de fils d'entrée et de sortie et leur structure interne. Les portes sont les briques de construction de notre ordinateur. Ce dernier peut être mécanique : les chiffres seront des billes, et les portes des trappes ou des aiguillages basculants. Il peut être pneumatique : les chiffres seront des impulsions de pression, et les portes des jets d'air se télescopant pour passer dans un ajutage ou un autre. Il peut être électro-mécanique, avec des milliers de relais. Il peut enfin être électronique, et c'est bien sûr cette dernière technologie qui a éliminé toutes les autres.

Le dessin précis de notre labyrinthe de portes définit un modèle donné d'ordinateur, et en particulier le jeu complet d'instructions qu'il peut exécuter, son vocabulaire au niveau de la machine, vocabulaire fruste intéressant seulement l'informaticien qui programme en *langage machine* ou en *assembleur*. Ce labyrinthe de portes s'appelle le *processeur,* c'est le cerveau de l'ordinateur. On lui adjoint la *mémoire centrale* où chaque programme viendra s'enregistrer avant exécution.

Les générations d'ordinateurs

En 25 ans d'histoire des ordinateurs, quatre technologies électroniques de fabrication des portes se sont succédées :

—*Les tubes à vide :* jusqu'en 1960. Un tube par porte en moyenne. Le prix du produit fini est de l'ordre de 50 dollars par tube. Il y a facilement 5000 portes dans un processeur moyen...

— *les transistors* de 1960 à 1965, et plus. Ces nouveaux composants remplacent les tubes, un pour un à peu près. Mais en même temps qu'eux apparaît le circuit imprimé simple face (les pistes métalliques sont d'un seul côté) qui fait disparaître le fouillis du câblage. Les composants passifs (résistances, condensateurs) se rapetissent, car les intensités de courant et les tensions nécessaires ont beaucoup diminué. C'est la seconde génération d'ordinateurs : la fiabilité a fait un bond énorme, la vitesse est multipliée par 10. Ceci est dû au remplacement, pour la mémoire centrale, des tambours magnétiques par les anneaux de ferrite, au nombre de dizaines ou centaines de mille, tissés sur une trame de fils comme les perles sur un tissu précieux.

Une soixantaine de centimètres carrés de carte (appellation familière du circuit imprimé) seront nécessaires pour chaque porte. On mettra deux à trois portes par carte. Il y aura de l'ordre de 2000 cartes dans l'ordinateur, qui remplira une grande pièce (climatisée). Le dépannage ne sera pas

Caractères	Octets
2 3	00100011
1 4	00010100
5 7	01010111
8 6	10000110
A	01000001
H	01001000
P	01010000
Z	01011010
%	00100101
*	00101010
+	00101011

Les bits sont par groupes de 8, appelés octets. Un chiffre décimal tient un demi octet, un caractère non numérique un octet entier.

Langage machine	Assembleur
3 1 00 02	LXI SP 0200
C D 5B 01	CALL 015B
7 9	MOV A,C
E 6 80	ANI 80H

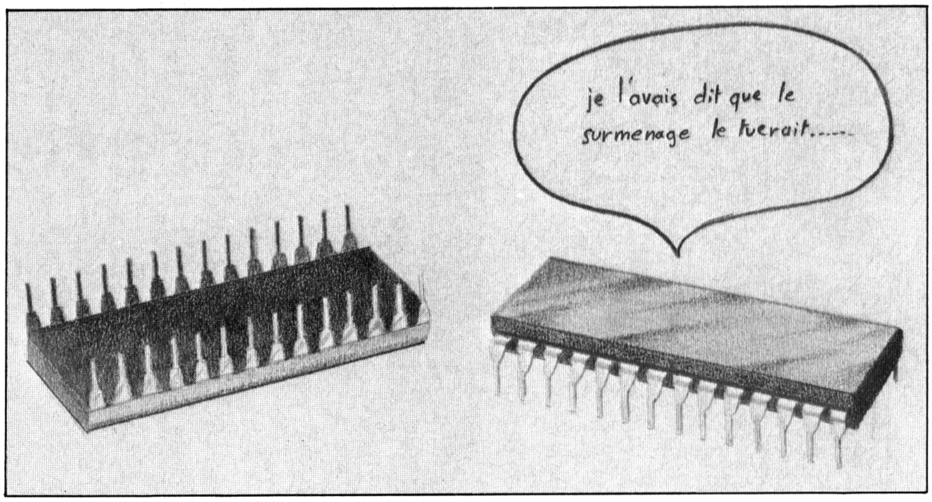
Une même séquence de programme de quatre instructions écrite en langage machine et en assembleur : il y a des ressemblances.

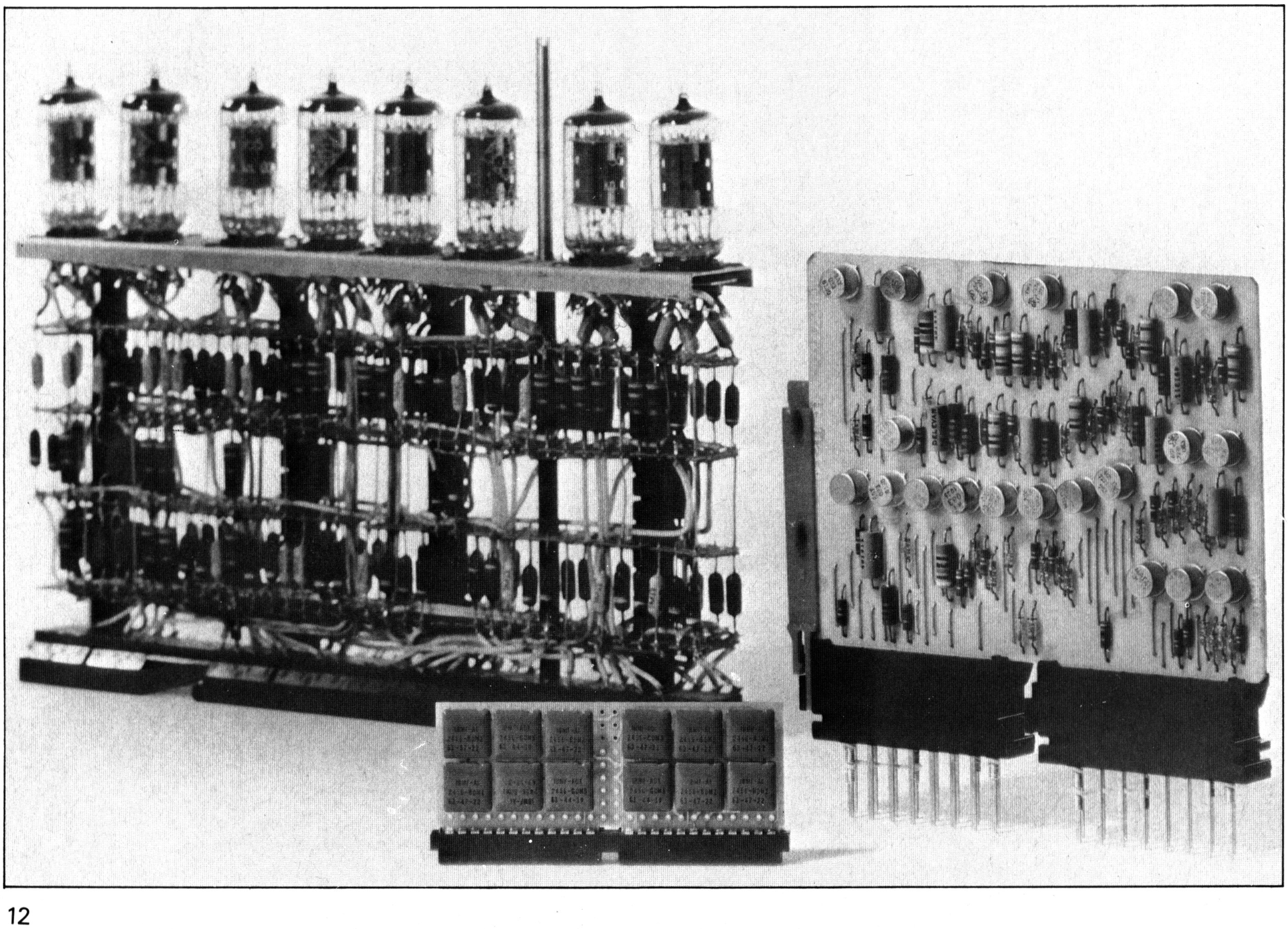
Une puce de microprocesseur déshabillée...

toujours facile! Cette technologie est dite à *semi-conducteurs discrets* (au sens de séparés).

— *les circuits hybrides :* de 1965 à 1970, uniquement chez IBM, avec la Série 360, la troisième génération. Un transistor mesure 1 cm environ : mais dans cette calotte protectrice, le cristal de silicium qui est l'élément actif (appelé familièrement la puce), est beaucoup plus petit. Les puces font un demi-millimètre. En technologie hybride, les ingénieurs d'IBM utilisèrent comme élément de base le *micromodule,* plaquette carrée de céramique de 11 mm de côté, jouant le rôle d'un minuscule circuit imprimé où trois ou quatre puces étaient directement brasées, le procédé fut baptisé SLT (Solid Logic Technology). Le brasage des puces où les trois contacts de chaque transistor étaient assurés par trois billes de cuivre de 5/100 de mm chacune, causa beaucoup de soucis. A vrai dire, la tenue aux chocs thermiques de fonctionnement et d'arrêt n'était pas évidente, et ces machines sont apparues plutôt moins fiables que celles de la génération qui les avaient précédées mais le gain en compacité est considérable. Les résistances, en film épais déposé sur la céramique, sont ajustées par sablage en échancrant le film.

— *les circuits intégrés :* apparus dans la deuxième moitié de la décennie 60 (plus tôt dans les machines militaires), ont constitué la grande révolution électronique, celle que nous voyons se dérouler de façon continue depuis cette époque, à un rythme qui ne faiblit pas. Pour le profane leur fabrication tient de la magie : comment arrive-t-on à loger des milliers de composants sur des puces de quelques millimètres carrés ? Un article de ce même numéro vous dévoilera les secrets da la technique aussi nous bornerons-nous maintenant à parler des résultats. Ceux-ci ont été spectaculaires : on a pu mettre d'abord une, puis deux ou trois, portes par puce. C'est la SSI (Small Scale Integration). Puis quelques dizaines de portes par puce : la MSI (Medium Scale Integration). Enfin, avec la LSI (Large Scale Integration, intégration à grande échelle), il y a plusieurs centaines de portes par puce !





Un même nombre de portes (autant que de tubes) réalisé avec trois technologies : tubes (première génération), semi-conducteurs discrets (seconde génération), circuits hybrides (IBM troisième génération).

Chaque puce est encapsulée dans un *boîtier* en plastique ou céramique, muni de 8 à 40 pattes et plus en deux rangées parallèles, reliées par des fils d'or très fins aux plots du pourtour de la puce.

Les difficultés des machines classiques

Il est bien évident que la LSI conduit à une réduction de coût considérable mais, curieusement, les gros ordinateurs sont toujours fabriqués en SSI. Par exemple, le CRAY-1, ordinateur le plus puissant du monde en 1978, n'utilise que quatre types de boîtiers, contenant deux portes seulement. Il s'en suit qu'il comprend 1600 cartes de 113 types différents pour le processeur, avec 200000 boîtiers au total ! Pourquoi deux portes seulement par boîtier ? D'une part, parce que ces portes doivent fonctionner de manière ultra-rapide, et qu'elles ne sont pas fabriquées à plus haute intégration. D'autre part — et ce point concerne l'ensemble des ordinateurs traditionnels — un considérable problème de conception est soulevé par l'emploi de la MSI ou LSI.

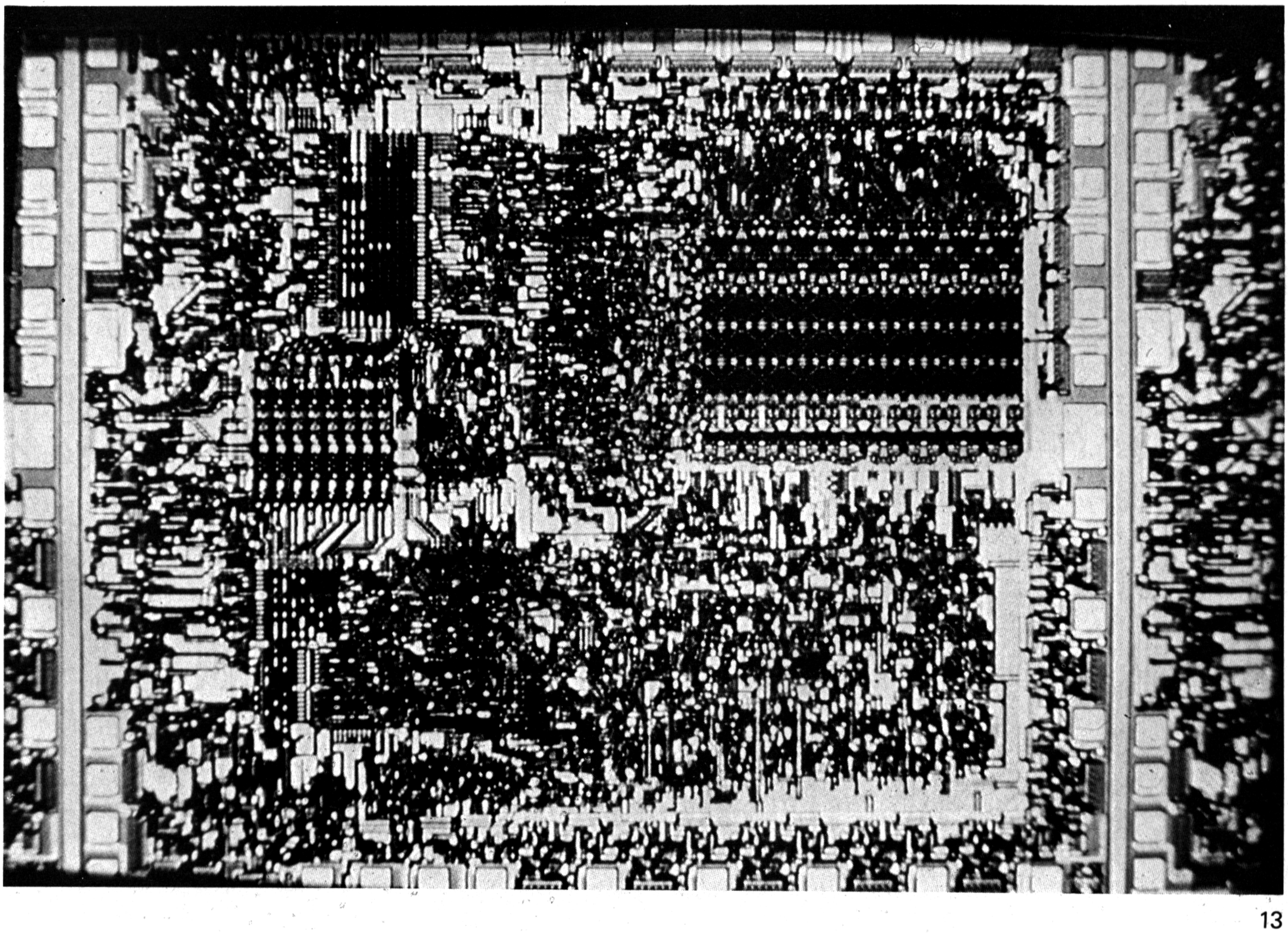
Supposons que nous ayons à concevoir un processeur moyen de 20000 portes. Utilisons d'abord une SSI classique (toujours en usage et largement majoritaire actuellement), la TTL (Logique Transistor Transistor). Ce sont les circuits intégrés courants standardisés, à quatre portes par boîtier en général. Il nous faudra 5000 boîtiers, répartis sur une centaine de circuits imprimés, différents pour la plupart. L'effort de conception est important, il exige des bureaux d'études avec des centaines d'ingénieurs.

Essayons d'utiliser de la MSI, à 40 portes par boîtier par exemple, et découpons à nouveau aux ciseaux le plan de notre labyrinthe : il nous faudra 500 boîtiers, de plusieurs centaines de types différents, qui bien évidemment n'existeront pas dans le commerce, puisqu'ils seront *personnels* à notre ordinateur. Si le labyrinthe était totalement irrégulier... il y aurait 500 MSI différents ! Tous ces circuits intégrés seront alors à concevoir et à fabriquer, et cette fois les frais de développement seront énormes par rapport à notre technique d'empilage de briques TTL standard. Chaque moule différent de brique devra être usiné et il faudra que nous devenions briquetiers en plus de maçons, que nous fassions l'ingéniérie de la briqueterie, et nous en passons... On comprend peut-être mieux maintenant le problème des constructeurs d'ordinateurs traditionnels !

L'apparition du microprocesseur

Pendant ce temps-là, la densité d'intégration augmentant toujours avec l'apparition de la technologie MOS (voir l'article sur la micro-électronique), on est un jour parvenu à loger un petit processeur en entier sur une seule puce ! L'événement s'est produit en 1971, en Californie, au cœur de la fameuse « Vallée du Silicium », ainsi nommée par suite de sa densité en fabricants de circuits intégrés... C'était chez Intel, petite société récemment fondée par deux fameux ingénieurs spécialistes des semi-conducteurs, Noyce et Moore. Ce microprocesseur (le mot fut forgé à cette occasion), le 4004, traitait des informations de quatre bits et possédait 40 instructions. La seconde génération est arrivée... l'année suivante ! Le 8008, avec des informations de 8 bits, ou octets (le standard mondial de morceau d'information) et 70 instructions. Enfin, en 1974, toujours chez Intel, le 8080 a vu le jour : grâce à la

La puce du 8080 A sous le microscope : cartographie aérienne d'un processeur (dimensions : 3 mm sur 4 mm).



nouvelle technologie MOS canal N à grille silicium (voir article cité), avec 111 instructions il était 10 à 20 fois plus rapide que la seconde génération !

Ce microprocesseur a ouvert une nouvelle ère de l'informatique : il est devenu possible à de très petites équipes de concevoir, mettre au point, fabriquer et commercialiser des ordinateurs. C'est un phénomène historiquement nouveau en informatique. En ce qui nous concerne, il a amené les signataires de ces lignes à démarrer leur projet fin 1974, puis à fonder MBC, l'un des rares fabricants français d'ordinateurs, et qui a à cette date mis plusieurs centaines d'ordinateurs « Alcyane » sur le marché.

La révolution technico-économique est double, baisse du coût de la conception, baisse du coût des éléments du matériel : elle se place donc essentiellement au niveau des coûts, et nous tâcherons de la quantifier.

Un choix de taille

Deux ans de travail acharné. Pourquoi tout ce temps ? Le microprocesseur paraît pourtant avoir résolu tous les problèmes ? En fait non, bien sûr. Dans le produit fini, il n'est finalement qu'un boîtier parmi des centaines d'autres, et l'ensemble de l'ordinateur — non compris le processeur — reste encore à concevoir : bus, mémoire centrale, nombreux interfaces d'adaptation d'unités périphériques, alimentations, connectiques, mécanique et logiciel de base (langage).

Ce sont les circuits imprimés, les cartes, qui traduisent cette conception par la dentelle miroitante des pistes de cuivre étamé reliant entre elles les pattes des boîtiers de circuits intégrés. Ces cartes sont double face, avec des pistes des deux côtés, et des centaines de trous métallisés assurant le passage du courant d'une face à l'autre : on peut ainsi réaliser la topologie complexe de la connexion physique des centaines de portes des boîtiers entre elles, matérialisant la conception logique qui a précédé. Malgré l'élément invariable de départ qu'est le microprocesseur, la liberté de la conception logique, de nature combinatoire, aboutit à une infinie variété dans les produits finis.

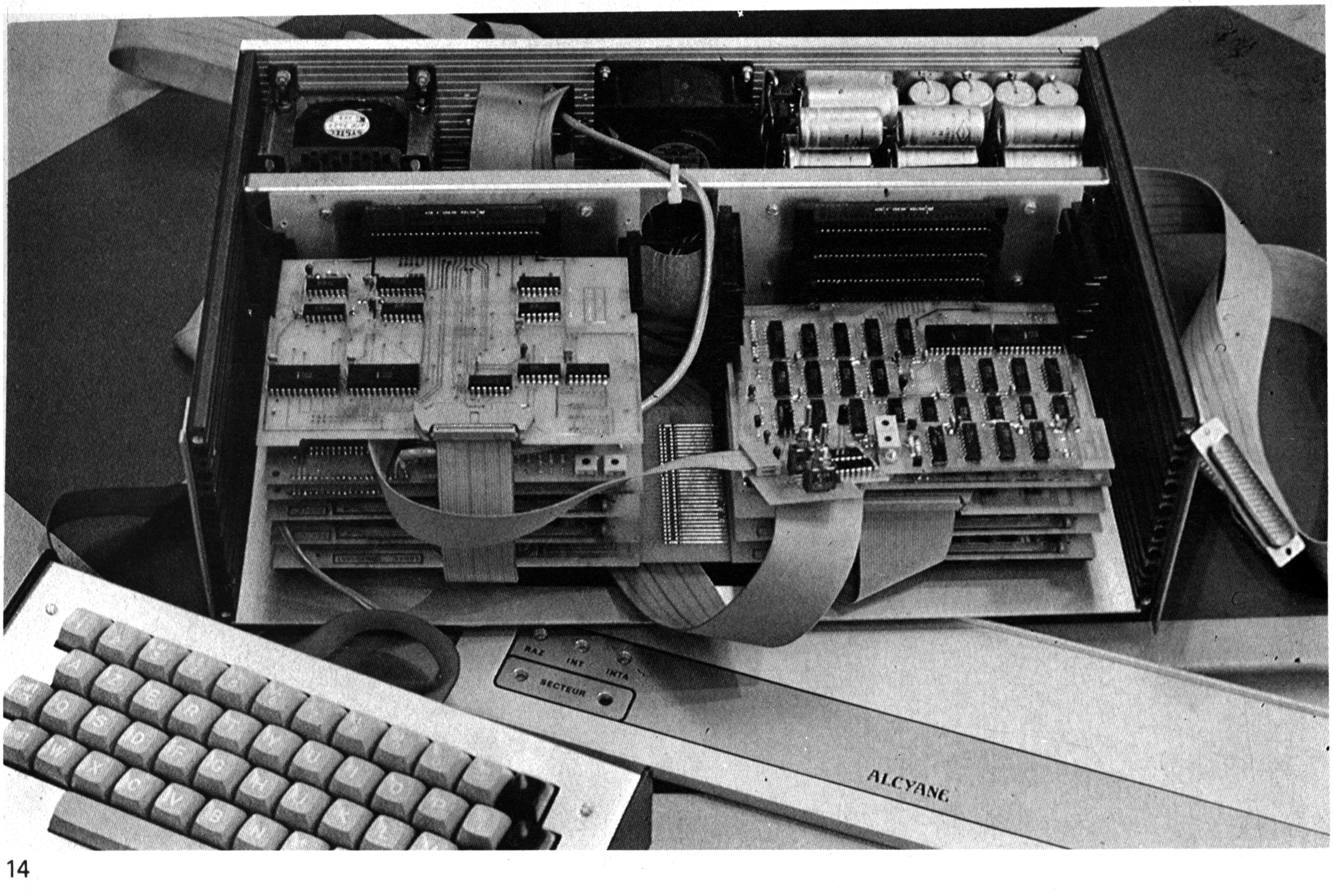
L'une des principales options de départ est le choix de la taille des cartes. De grandes cartes, mettons de 30 cm sur 20 cm, conviennent à une machine figée à application très définie. Elle sera difficilement extensible, et peu souple. Le coût sera réduit au minimum, en particulier par l'élimination de la connectique (les systèmes de connexions de bonne qualité sont coûteux) et de nombreux composants nécessaires pour assurer la modularité. En revanche, la maintenance posera un problème certain pour deux raisons : la complexité de la grande carte rendra la panne extrêmement difficile à localiser (une fracture microscopique de piste, ou un trou métallisé défectueux, par exemple), et par ailleurs l'échange standard de l'ensemble sera trop cher.

De très petites cartes, 8 cm sur 10 cm, conviennent à une machine de contrôle de processus industriel où l'on a besoin d'un grand nombre de petits modules, par exemple pour les entrées-sorties très diversifiées.

Une taille intermédiaire, permettant de loger une trentaine de boîtiers par carte, a été choisie dans le cas d'Alcyane (1). Elle est adaptée à une unité de traitement destinée aux applications courantes, gestion et scientifique. Chaque carte représentera un module fonctionnel que l'on enfichera sur le *bus*, autoroute des signaux à voies multiples, véritable épine dorsale de la machine (le bus résulte d'une conception assez récente en technologie

(1) Voir notre article page 92.

Coffret Alcyane ouvert. On voit clairement la disposition et la taille des cartes. L'alimentation est dans la partie arrière du coffret. Noter les liaisons en câbles plats.



ordinateur : il permet de banaliser les positions des modules dans le coffret, augmentant beaucoup la souplesse d'extension et de modification de configuration). Voici ce que seront les modules :

— *module processeur :* il porte le microprocesseur et ses circuits annexes (horloge, quartz, amplificateurs divers) ;

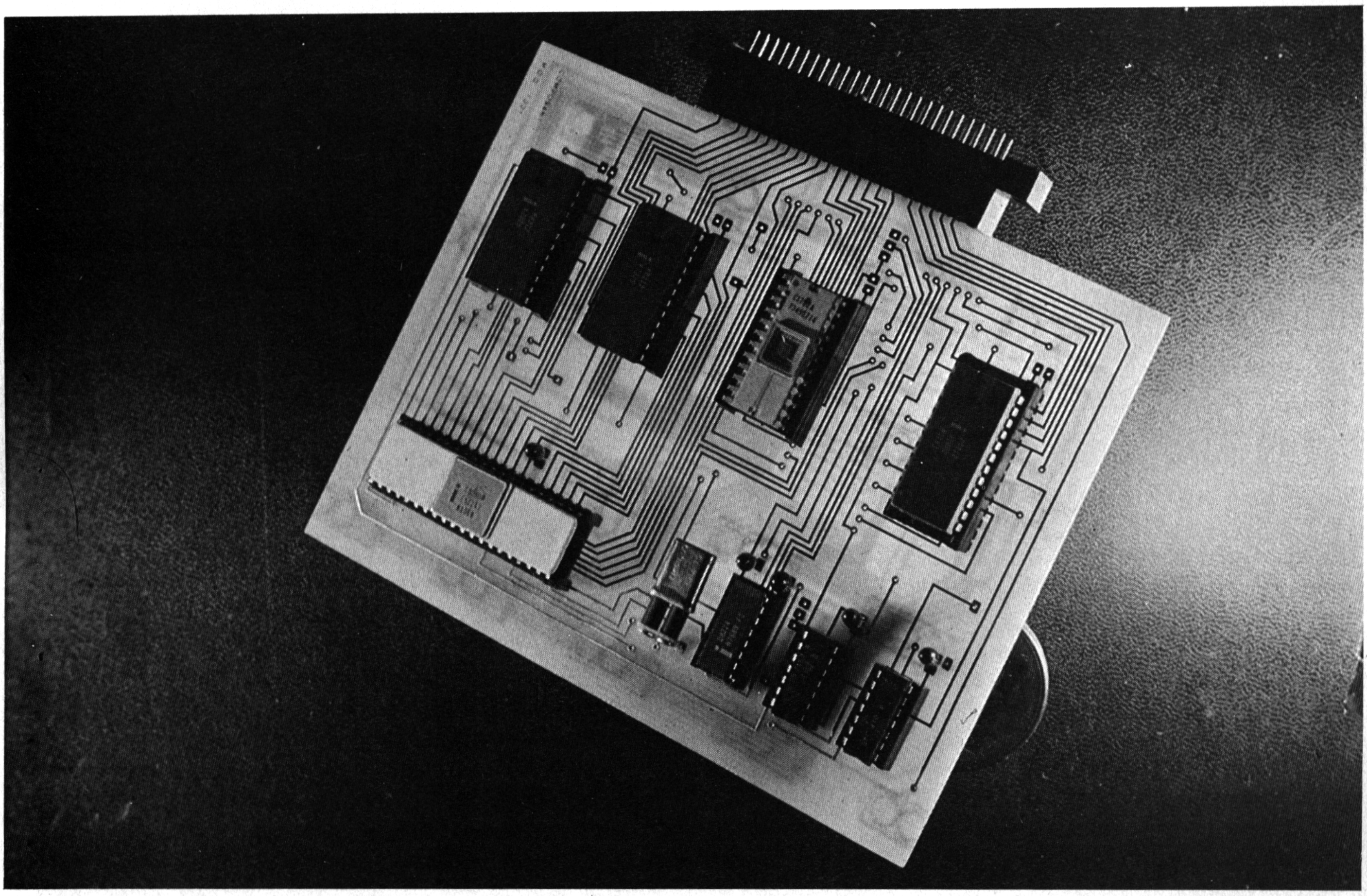
— *modules mémoire vive :* ils servent à constituer la mémoire centrale de l'ordinateur, et on en mettra donc le nombre nécessaire. Le qualificatif de *vive* signifie que l'on peut à tout instant y écrire ou y lire des informations. Il n'y a plus de tores de ferrite, ce sont les boîtiers de circuits intégrés mémoire (statiques ou dynamiques) qui les ont remplacés. Les capacités se mesurent en « K » (1K = 1 024 octets, soit 1 024 lettres ou 2 048 chiffres décimaux) ;

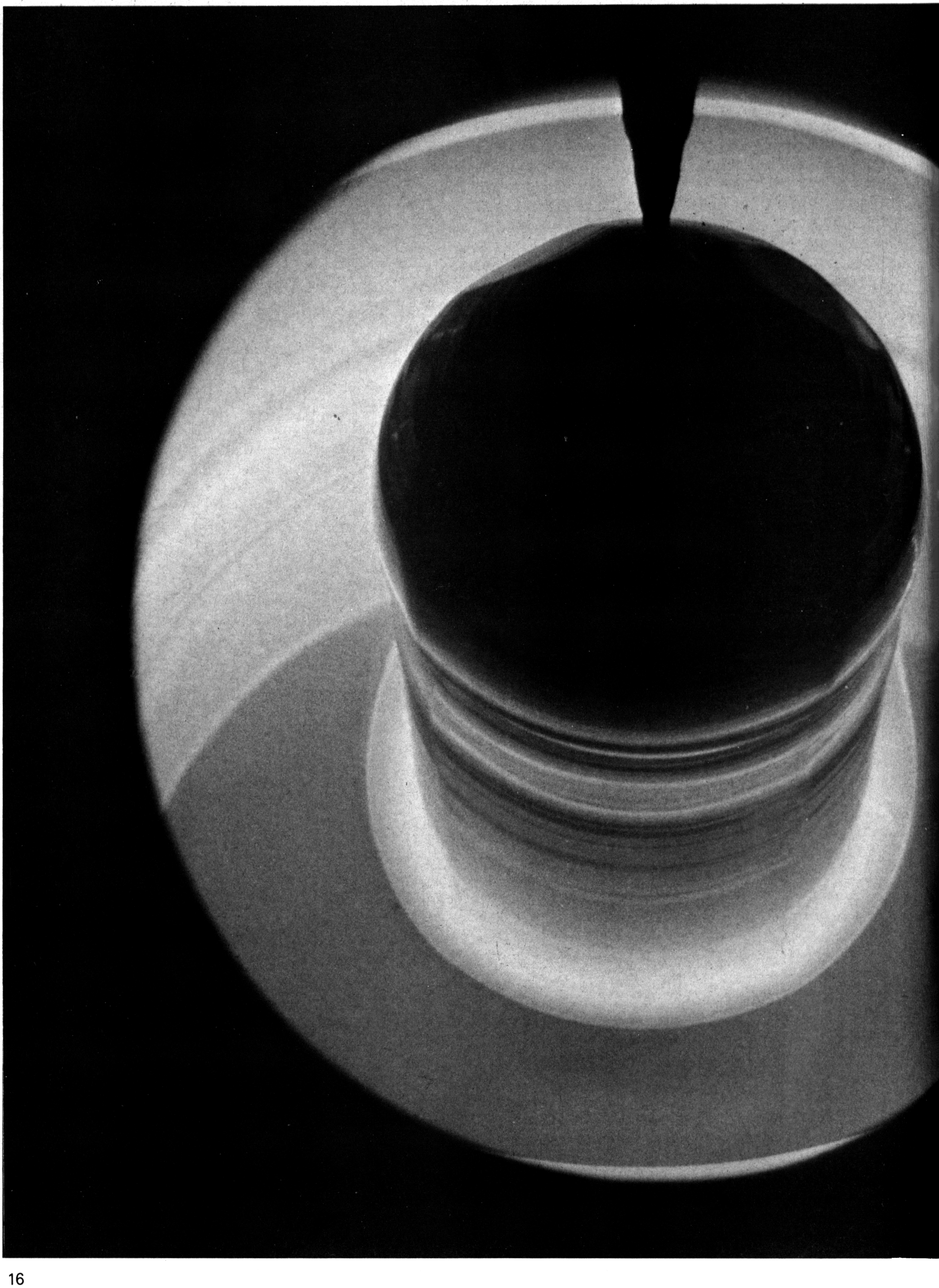
— *modules mémoire morte :* on peut y inscrire de l'information de façon indélébile, au moyen d'un appareillage spécial, avant de les enficher dans l'ordinateur. Il existe plusieurs types de mémoire morte. Ici il s'agit de RPROM (reprogrammable read-only memories, mémoires reprogrammables lisibles seulement) dont on peut effacer le contenu par exposition prolongée à un rayonnement ultra-violet très intense. On y stocke (pour des cas particuliers d'applications) des programmes indélébiles. Ces mémoires sont plus coûteuses que les mémoires vives ;

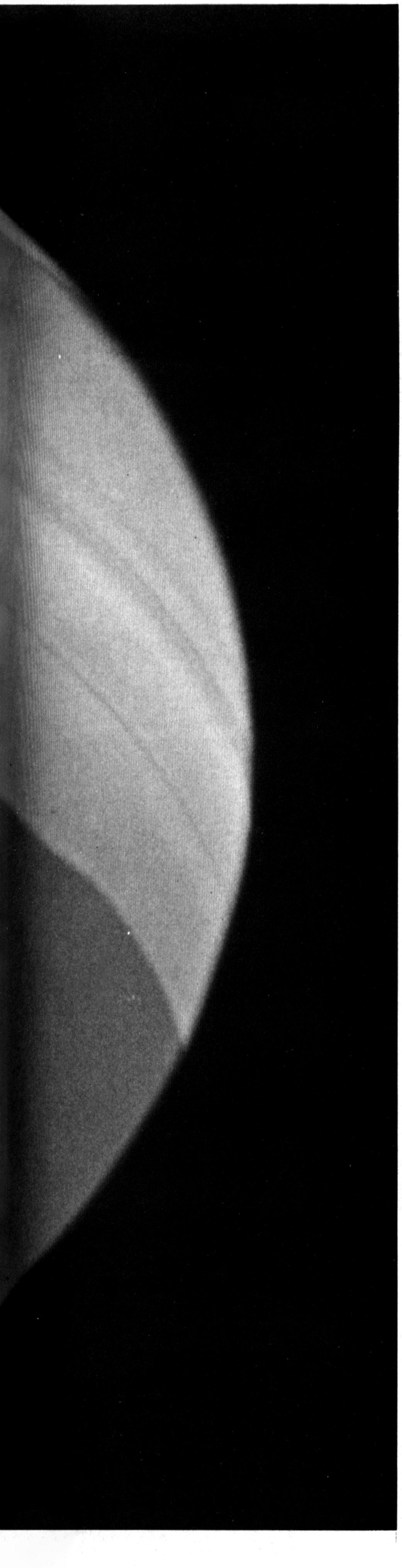
— *modules interfaces d'entrée/sortie :* c'est ici qu'on mesure la richesse d'utilisations possibles d'un ordinateur. Chaque module permettra la connexion d'une ou plusieurs unités périphériques : clavier, imprimantes, disques divers, tables traçantes, écran ordinaire, écran graphique, transmission de données, autre unité de traitement, appareils de mesure, etc. Le travail de développement de ces modules est essentiel, et très long, tant du côté matériel que du côté logiciel où il faut à chaque fois réaliser le *driver* correspondant. Il s'agit du morceau de programme pouvant piloter les fonctions périphériques au travers de l'interface (pour une imprimante : avancement papier, impression des caractères en normal, en étendu, détection de la fin de papier, mise en route du klaxon, positionnement de la tête, test du vidage de la mémoire tampon). Le driver est ensuite intégré dans le langage Basic, le seul accessible à l'utilisateur non-informaticien. A ce moment-là le périphérique devient utilisable : de simples instructions en Basic permettront de s'en servir.

Le choix de cette taille intermédiaire de cartes est également fait dans le but d'assurer une maintenance « premier échelon » par échange de cartes. Le passage de programmes d'auto-diagnostic permettra de localiser le module défaillant, et en quelques minutes la machine sera à nouveau fonctionnelle. La carte retirée sera alors dépannée à l'atelier régional (c'est le deuxième échelon) doté des moyens électroniques nécessaires. Un schéma de maintenance rationnel est fondamental pour tout équipement utilisé journellement dans l'entreprise. Fort heureusement, l'augmentation continue de l'intégration a provoqué un accroissement parallèle de la fiabilité, car le taux de défaillance unitaire des boîtiers est resté pratiquement constant. *Si* l'architecture générale, la conception des modules, les composants tels que circuits imprimés, boîtiers, connectique, alimentation, font l'objet d'une recherche constante de qualité (coûts allant de 1 à 2 ou 10 selon les éléments entre le bon marché et le professionnel) on peut dire que l'on obtient des matériels dont la sécurité de fonctionnement n'a jamais été aussi grande. Mais nous disons bien *si*...

Un module processeur. Le microprocesseur est le rectangle de céramique blanc à l'angle de la carte. Son horloge à quartz (2 MHz) est à côté.







Ces extraordinaires circuits intégrés

Jean-Pierre Bouhot
Directeur de MBC-Alcyane

Pour miniaturiser l'électronique les chercheurs ont mis au point des techniques de fabrication extrêmement sophistiquées. Et aussi fait appel à l'ordinateur...

LE transistor bipolaire, inventé par Bardeen, Brattain et Shockley en 1948, est le fondement de l'électronique moderne. Nous ne rappellerons son principe, maintes fois décrit, qu'en quelques mots (nous réservant de détailler plus loin le fonctionnement d'un autre type de transistor récent). Diodes et transistors utilisent les propriétés des semiconducteurs, tel le silicium (symbole Si), dont la conduction électrique, faible lorsqu'il est très pur, est à mi-chemin entre les isolants et les métaux.

Physiologie du transistor

Si nous « dopons » le silicium par une quantité très faible d'arsenic par exemple (un millionième à un milliardième), il recevra un surplus d'électrons qui le rendront conducteur, conducteur de type N (négatif). Si nous le dopons au gallium, nous aurons une conduction de type P (positif), où les porteurs d'électricité seront cette fois « des trous ». Un trou est un « manque » local d'un électron : il est donc positif, et lorsqu'un électron voisin saute dedans pour le combler, il se déplacera d'un cran comme le trou d'un jeu de taquin. La diode, soupape électronique, est faite d'une pastille P et d'une pastille N accolées : elle ne laisse passer le courant que dans un seul sens.

Le transistor bipolaire est un sandwich constitué par une fine tranche de silicium P entre deux tranches N (transistor NPN) ou vice-versa (transistor PNP). Quand on met convenablement sous tension la tranche centrale, le transistor pourra soit laisser passer le courant, soit devenir isolant et le couper. On dispose ainsi d'un robinet électronique, interrupteur ultra-rapide, basculant couramment en 10 milliardièmes de seconde (10 nanosecondes), soit un million de fois plus vite qu'un relais électro-mécanique !

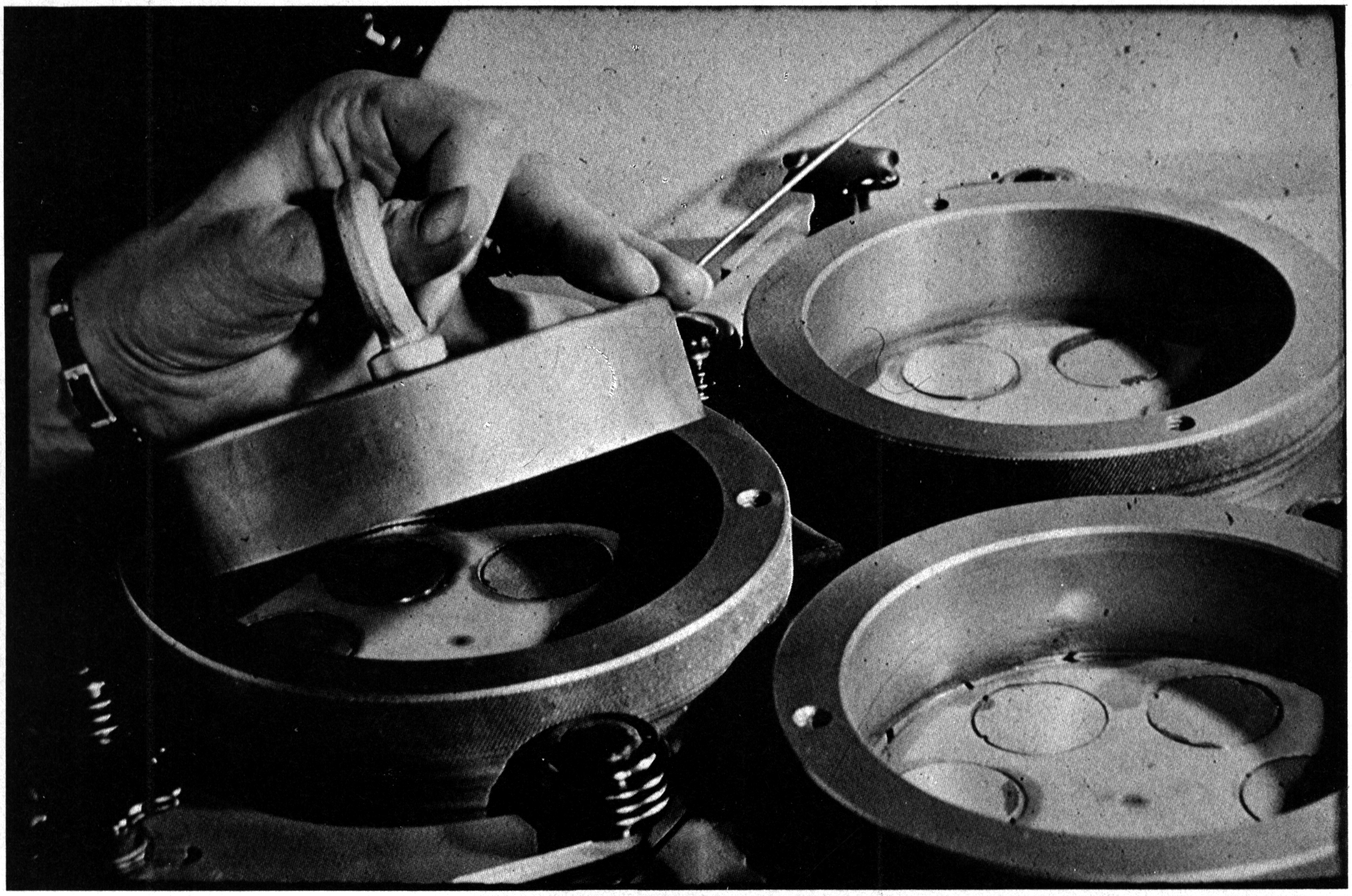
Un ordinateur sera fait de milliers de commutateurs de ce genre, les « portes », ouvertes ou fermées chacune des millions de fois par seconde, prenant ainsi l'une des deux valeurs binaires zéro à un. Cette valse effrénée des zéros et des un matérialisera les calculs sur les données qui traversent l'ordinateur, les ordres de fonctionnement des imprimantes, l'écriture sur disques, les transmissions de données, etc.

Vers 1960, les transistors ont commencé à remplacer les tubes radio dans la fabrication des ordinateurs. Chaque transistor est encapsulé dans un capuchon métallique dix fois plus gros que lui. On utilise toujours des transistors de ce type pour de nombreuses applications, mais dans le domaine des ordinateurs et des calculatrices, ils sont maintenant remplacés par les circuits intégrés.

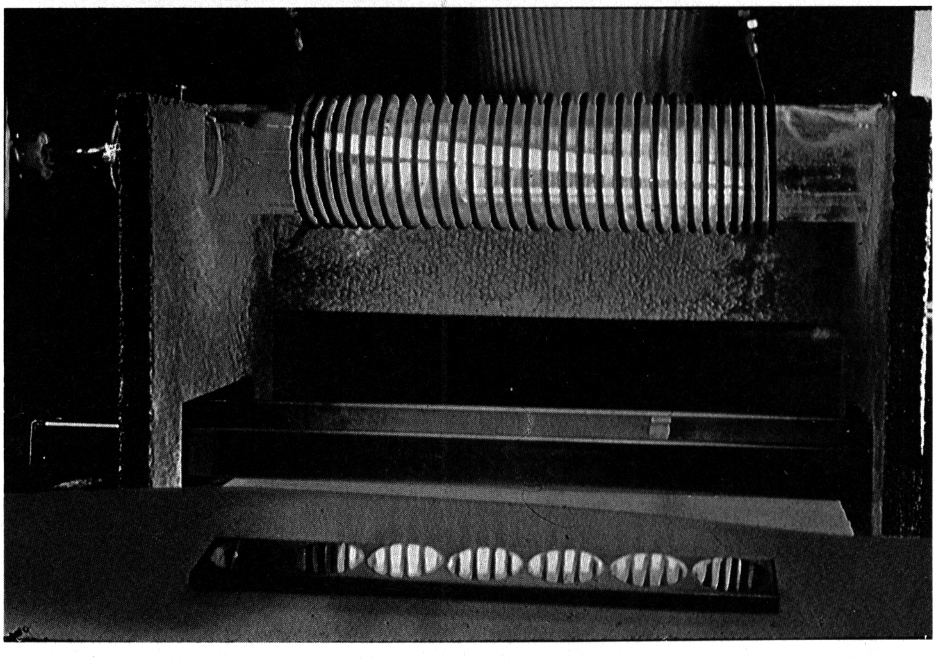
Le circuit intégré bipolaire

Physiquement, un circuit intégré se présente sous la forme d'un rectangle de silicium de dimensions millimétriques, épais d'une fraction de millimètre : la microplaquette (en anglais chip, et en jargon électronique familier, la

Le monocristal fixé au bout d'une tige en rotation sort d'un creuset en quartz dans lequel, en atmosphère d'argon, règne une température de 1420°C.



Le barreau de silicium est découpé en tranches (ci-dessus) lesquelles sont ensuite placées dans un four à haute température (ci-contre).



pastille ou la puce !). Sur cette pastille, un nombre de composants électroniques (diodes, transistors, résistances, etc.) allant de quelques dizaines... à plusieurs milliers ! Par un procédé chimico-photo-lithographique extraordinairement ingénieux, on fait littéralement « pousser » les composants au sein même du silicium par toute une série d'opérations de grande précision, cuisine aux nombreux tours de main secrets, pour obtenir simultanément en fin de cuisson plusieurs centaines de circuits intégrés monolithiques (ce dernier adjectif exprimant que la puce est en fait un « bloc » de silicium — si l'on peut dire vu sa taille — et non une juxtaposition de composants fabriqués indépendamment et rassemblés par la suite).

Une rosette de Lyon, ou un salami : voilà ce qu'évoque la matière première de nos circuits intégrés. Ce barreau de silicium de modeste apparence est, en réalité, un monocristal fabriqué par tirage : un petit cristal de Si est fixé au bas d'une baguette verticale qui vient toucher un bain de Si en fusion. On la remonte très doucement en tournant, durant plusieurs heures, et la structure cristalline accrochée à celle du germe se prolongera tout au long du cristal avec un minimum de défauts (mais quelques défauts cependant : dislocations, atomes manquants ou en trop, rares impuretés).

Une scie diamantée va maintenant découper des tranches (ou plaquettes) de saucisson de Si (anglais *Wafers*). Epaisses d'un quart de millimètre seulement, elles seront polies optiquement à l'abrasif fin : notre champ de travail est prêt, il a un diamètre de cinq à dix centimètres environ, limite courante du savoir-faire.

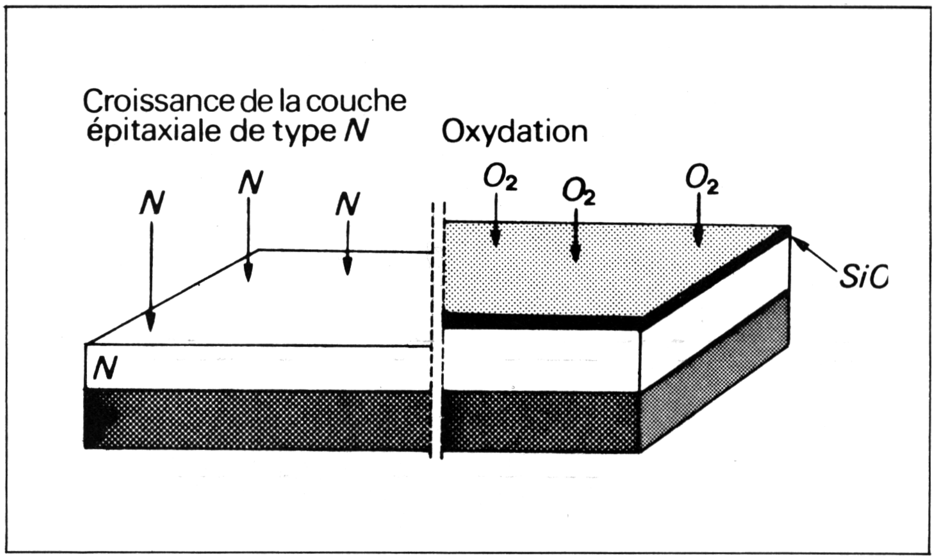
Epitaxie et diffusions

Nous allons maintenant suivre tout du long ce qui se passe sur une microscopique zone de la tranche (de l'ordre du dixième de millimètre de côté) où nous désirons faire apparaître un transistor et une résistance, par exemple.

Mais n'oublions pas que sur une plaquette nous allons fabriquer simultanément plus d'une centaine de pastilles, et que la zone qui nous intéresse n'est qu'un minuscule point sur l'une quelconque d'entre-elles.

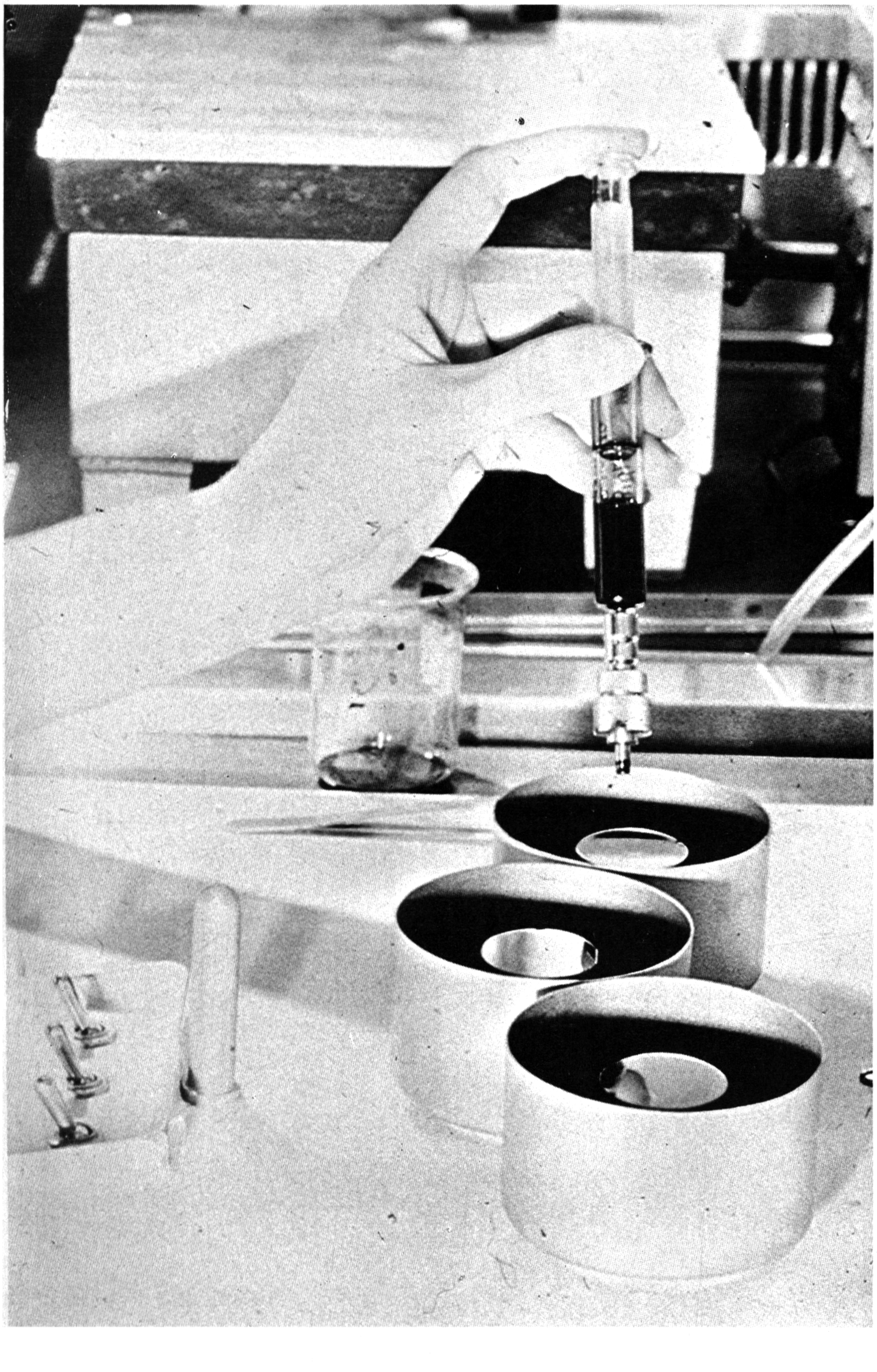
C'est là que va entrer en jeu le procédé « planar » qui, depuis 1960 où il servit pour la première fois à fabriquer des transistors (plusieurs centaines identiques sur une même plaquette), est devenu — avec d'innombrables variantes — la méthode de base de fabrication des circuits intégrés.

Première étape, l'épitaxie. Dans un four tubulaire à haute température, nous plaçons une demi-douzaine de tranches découpées dans un monocristal de Si dopé, de type P par exemple. Dans une nacelle, de la poudre de Si dopée N est également introduite : placée dans une zone un peu plus chaude du four, elle se vaporise progressivement et les vapeurs viennent cristalliser sur la surface polie des plaquettes, formant un réseau cristallin qui s'accroche sur celui du substrat de type P (la plaquette) : c'est l'épitaxie. Une fois la croissance de la couche terminée, on fait entrer de l'oxygène dans le four, et la surface s'oxyde sur une épaisseur de l'ordre du micron, se recouvrant ainsi d'une pellicule isolante de silice. Nous ne nous refusons rien, notre bijou électronique est revêtu de quartz !

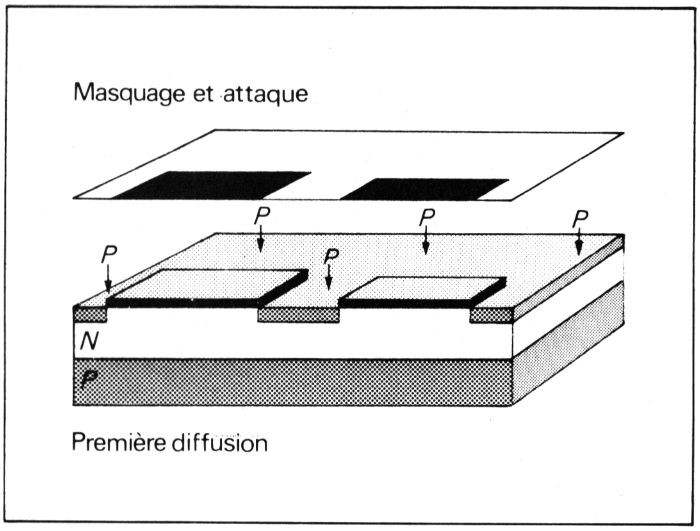


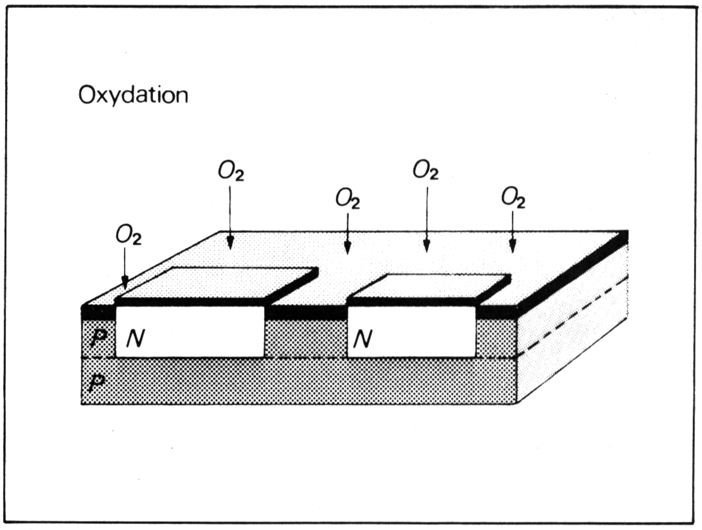
Opération suivante, l'émulsion photographique. La plaquette est montée sur un touret tournant à plusieurs milliers de tours par minute. Armée d'une seringue sans aiguille, une opératrice laisse tomber en son centre une goutte de résine sensible (le photoresit) instantanément étalée en fine couche par la force centrifuge : le wafer est prêt, et l'on passe au premier masquage.

Réalisés par des méthodes dont nous parlerons plus loin, les masques (on en utilise en général de quatre à sept selon les types de fabrication) portent, sous forme de filigranes microscopiques, le menu détail du dessin des éléments de nos composants électroniques, tels que base, émetteur, collecteur et connexions d'un transistor, qui seront réalisés tour à tour. Confection et positionnement des masques successifs sur la rondelle sont des opérations de haute précision où tout se mesure en microns,



Une opératrice avec une seringue sans aiguille fait tomber au centre de la plaquette une goutte de résine photo-sensible.

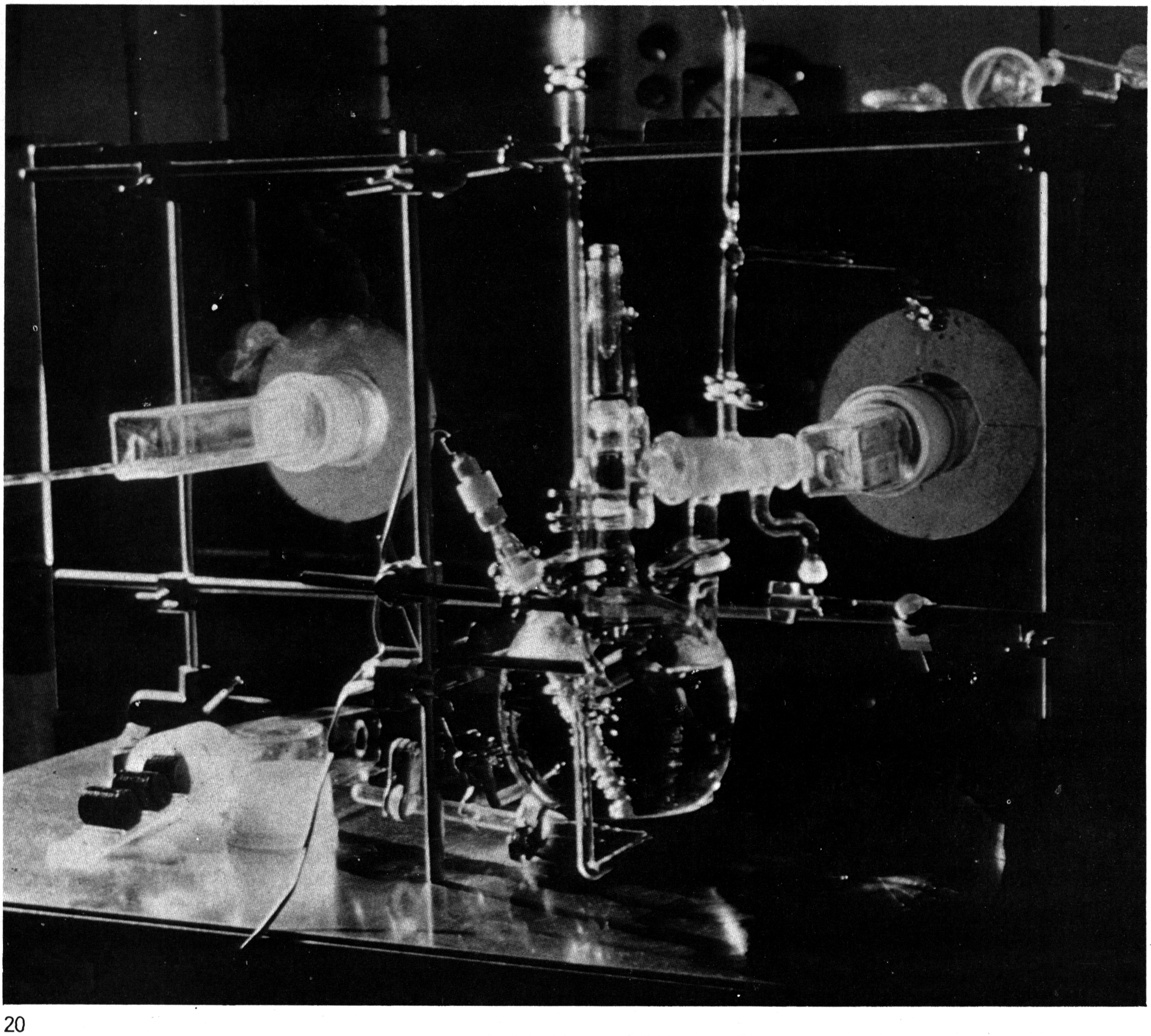




et se vérifie au microscope ou par une caméra de télévision à fort grossissement, avec des points ou des croix de repérage comme dans une impression en plusieurs couleurs. Un décalage, et l'image est brouillée, les circuits intégrés bons à mettre au panier.

Premier masquage donc, et exposition à une forte source de rayons actiniques : là où le masquage est transparent, le phoresist deviendra soluble au cours du développement qui va suivre. Aspersion d'un solvant, et seul restera sur la tranche le photo-

Plusieurs tranches sont scellées avec une source d'impuretés dans une ampoule de quartz et introduites dans un four à diffusion.



resist qui était sous les parties opaques du masque. C'est alors que nous allons faire intervenir un dangereux acide, le seul capable d'attaquer le quartz, l'acide fluorhydrique. Mais, malgré son agressivité, il ne peut rien contre le photoresist : seule la silice à nu se dissout, et l'opération est arrêtée dès que le silicium est à découvert. Enfin, un solvant d'une autre nature enlève le reste du photoresist qui a fini de jouer son rôle, et nous obtenons une rondelle recouverte d'une fine pellicule de silice découpée en forme d'îlots de taille et de forme variées.

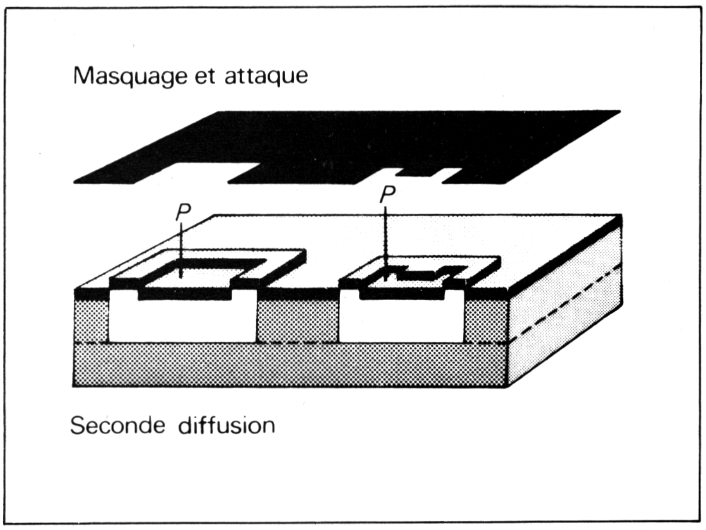
Nous allons maintenant réaliser la première diffusion. Plusieurs tranches sont introduites dans un four, et des vapeurs dopantes de type P vont lentement y circuler. Les atomes accepteurs vont pénétrer progressivement à travers les zones à nu de Si type N, et les transformer de plus en plus profondément en Si type P ; nous arrêterons cette première diffusion au moment où toute la couche épitaxiale sera traversée, sous chaque îlot s'est formé un « caisson d'isolation » qui délimite le contour extérieur d'un composant.

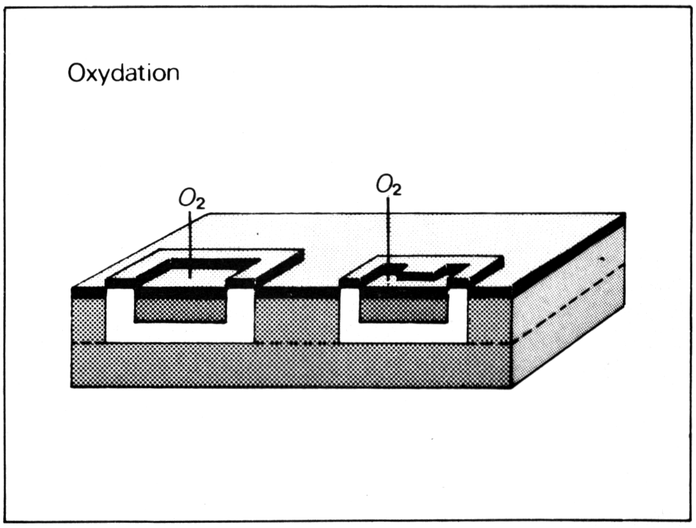
Etape suivante, entrée d'oxygène et à nouveau couche de silice. Deuxième masquage : cette fois par exposition, développement et attaque sélective comme précédemment, nous allons ouvrir les fenêtres dans la couche de silice.

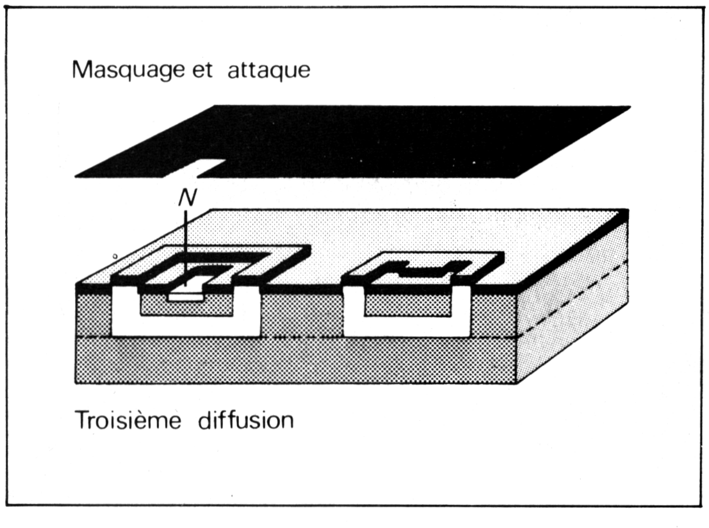
Deuxième diffusion, toujours avec des vapeurs P, mais cette fois notre diffusion est soigneusement contrôlée pour s'arrêter avant d'avoir traversé la couche épitaxiale. C'est ici que nous voyons apparaître une nouvelle notion : outre la géométrie horizontale des composants définie par les dessins des masques, nous contrôlons la géométrie verticale définie par la profondeur des diffusions. Ainsi faisons-nous « pousser » en trois dimensions nos composants au sein même du monocristal de semiconducteur, en une succession patiente de petites étapes qui se déroulent dans des salles étanches, hors poussières, où les techniciens des deux sexes évoluent en toque blanche dans de bizarres accoutrements, patauds avec leurs bottes de tissu couvre-chaussures qui leur donnent l'aspect d'oursons blancs... penchés sur des microscopes ou des micro-manipulateurs.

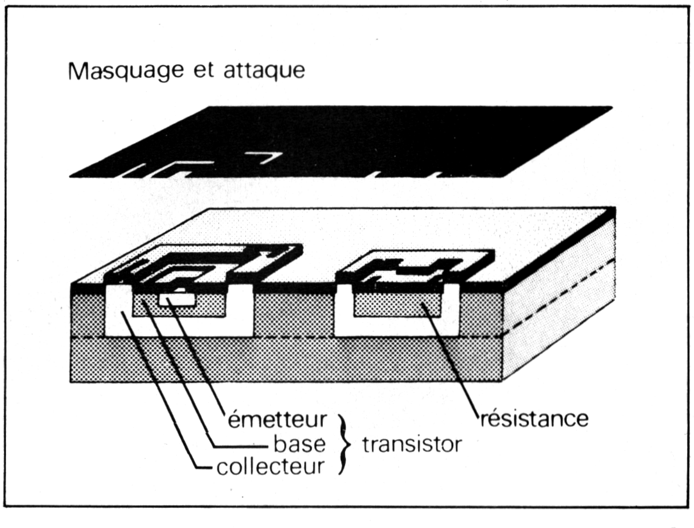
A nouveau oxydation et couche de silice, puis le troisième masque entre en jeu pour la troisième diffusion. Changement maintenant : par les petites fenêtres que nous venons d'ouvrir, diffusion contrôlée à faible profondeur, mais de type N cette fois. C'est la dernière, car maintenant nos composants sont entièrement constitués, tel le transistor situé à gauche de nos croquis, et dont le sandwich s'est développé dans l'épaisseur du cristal. Quant à la résistance qui est à droite, elle était déjà terminée à l'étape précédente, puisque de structure plus simple, et n'a pas subi de modification. Oxydation générale, et nous allons passer à la finition.

Pour rendre nos circuits intégrés opérationnels, il reste à interconnecter les composants entre eux, en prévoyant les connexions externes de la puce. Tout ceci est encore réalisé par masquage. Le quatrième masque va nous permettre de percer à travers la silice de petits orifices situés sur les émetteurs, bases, collecteurs, extrémités des résistances, des diodes, etc. Après attaque et nettoyage, les rondelles sont placées



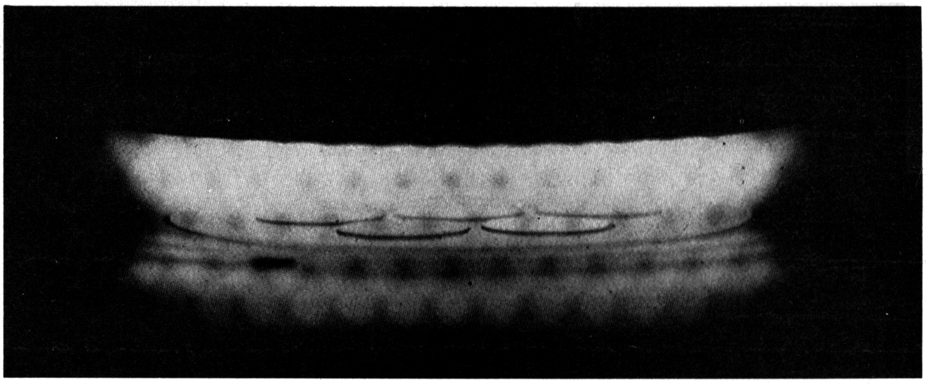




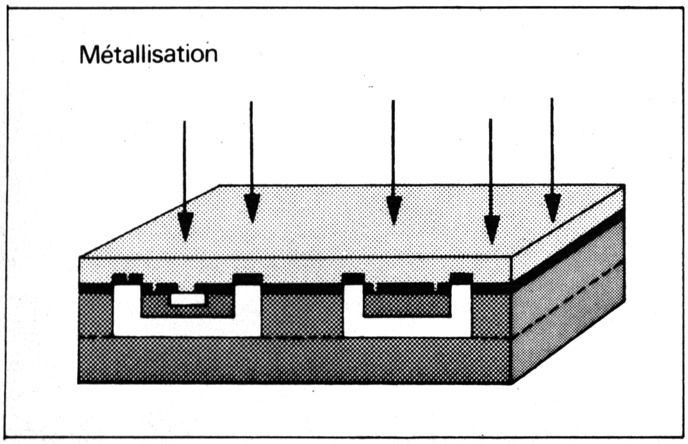


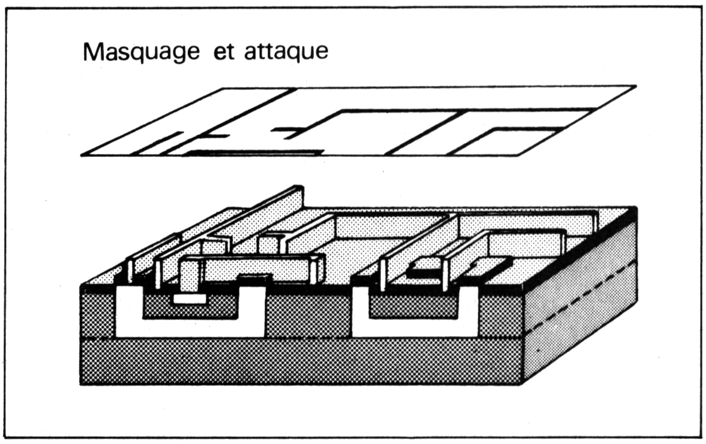
dans une cloche à vide, et une quantité d'aluminium soigneusement pesée est évaporée dans le haut de la cloche, et vient se déposer en fine couche sur les tranches. Cette fois, tout est interconnecté, un peu trop même ! Si nous utilisions notre circuit intégré ainsi, ce serait le court-circuit total...

Bien sûr, un cinquième et dernier masquage va nous tirer d'affaire. Eliminant plus des neuf-dixièmes de l'aluminium, il ne va en laisser subsister que d'étroits rubans (dont la hauteur est très exagérée pour la lisibilité du croquis) zigzagant sur les puces pour relier entre eux les composants, et s'élargissant en plots ronds ou carrés sur les bords pour permettre de relier notre circuit au monde extérieur.



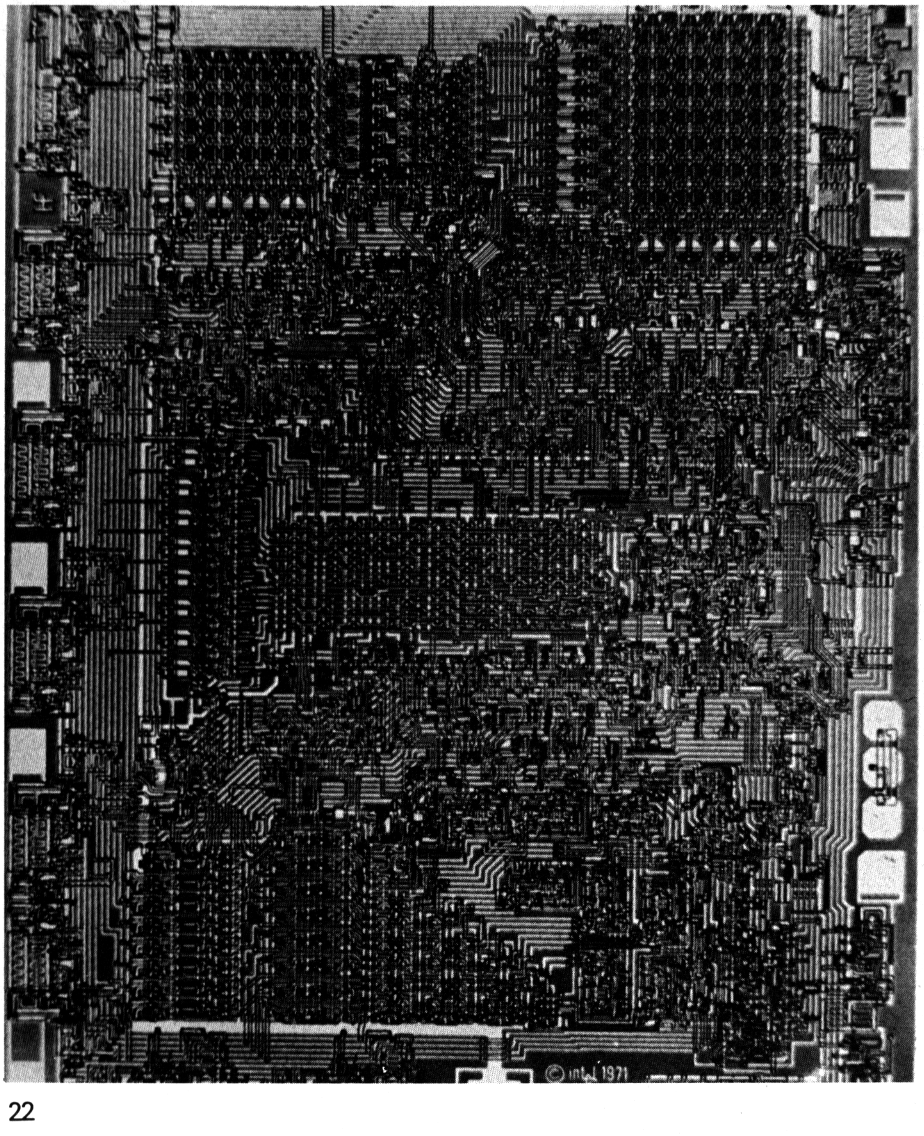
Masquage et attaque puis métallisation permettent de réaliser le circuit intégré.



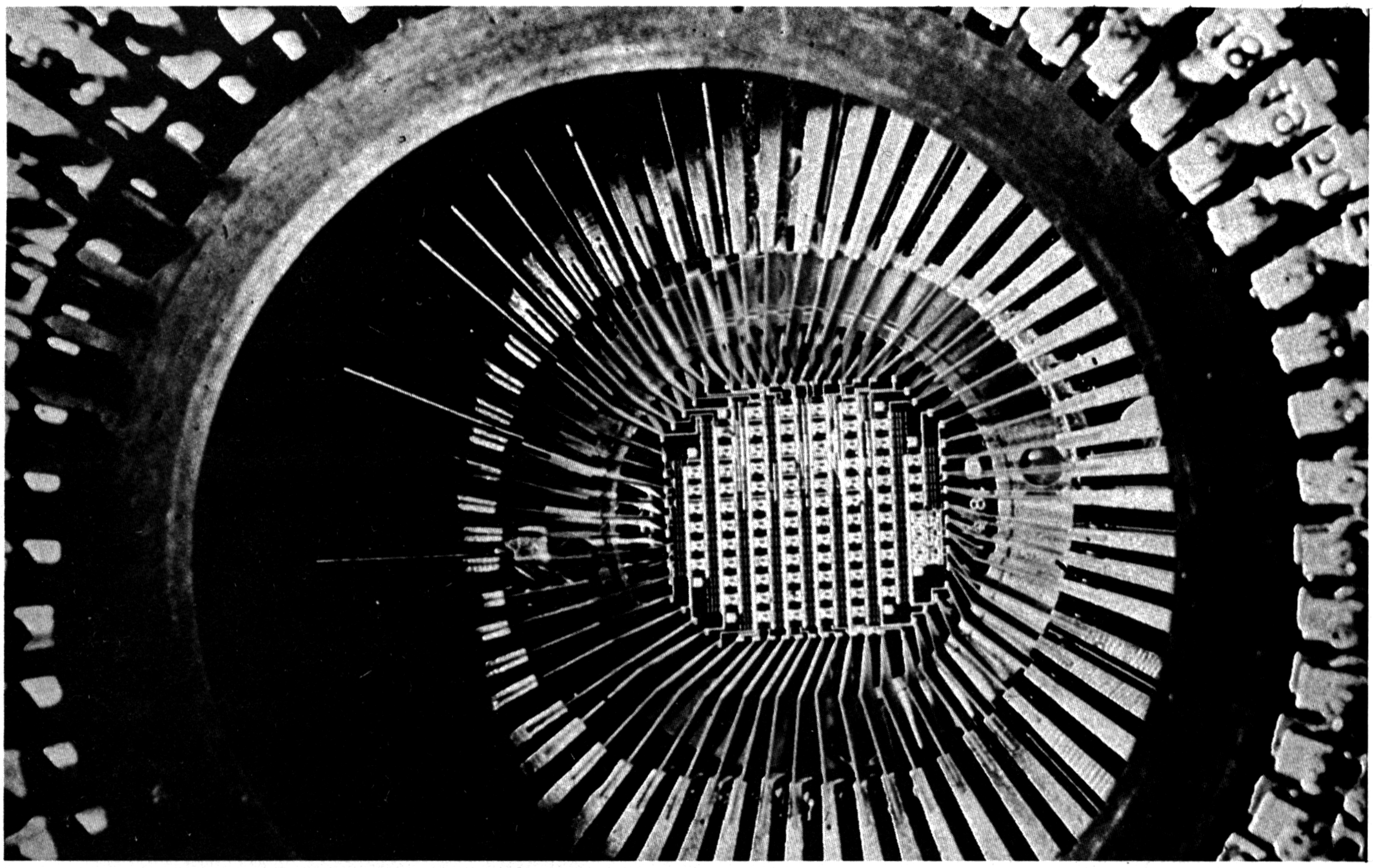


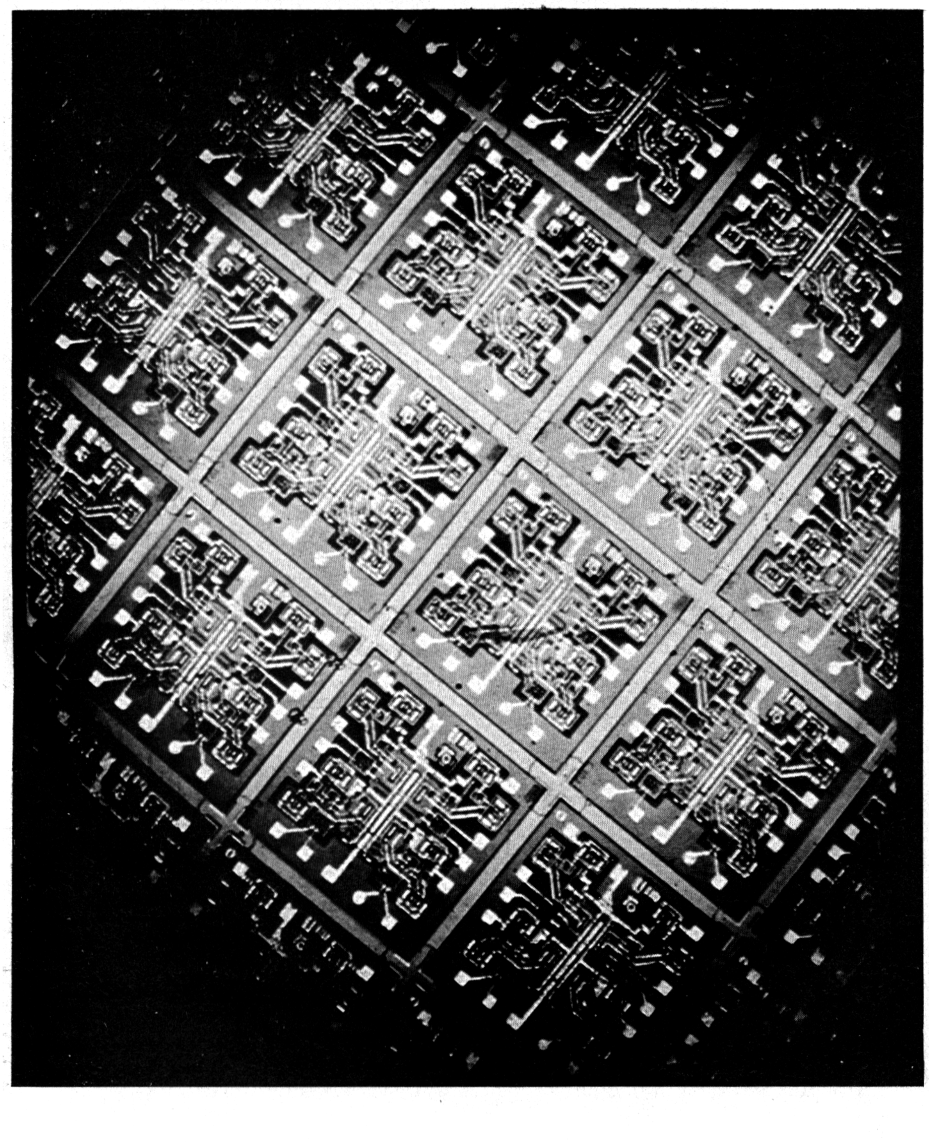
Le traitement de notre rondelle est terminé, et nous allons maintenant passer aux tests. En effet, force est d'avouer qu'il y a un déchet de fabrication certain. Le processus est assez délicat, et complexe. Une poussière, un défaut du cristal tombant à un mauvais endroit, une opération imparfaite, une contamination, et un ou plusieurs circuits intégrés comporteront des défauts. On présente donc la rondelle à un testeur, quelques dizaines d'aiguilles à ressort viennent faire contact sur les plots périphériques d'une puce, l'appareil mesure rapidement les paramètres du circuit, le marque d'une touche d'encre s'il est hors tolérances, puis passe à la puce suivante.

Une fois les tests terminés, une pointe de diamant permet de détacher les pastilles les unes des autres, et les bonnes sont brasées ou collées chacune dans le fond d'un boîtier (ce qui assure un bon contact thermique pour évacuation de la chaleur pendant le fonctionnement). Ensuite, sous une loupe binoculaire, une opératrice à l'aide d'un



Sur notre cliché un processeur de deuxième génération le 8008 mis au point par la firme Intel.



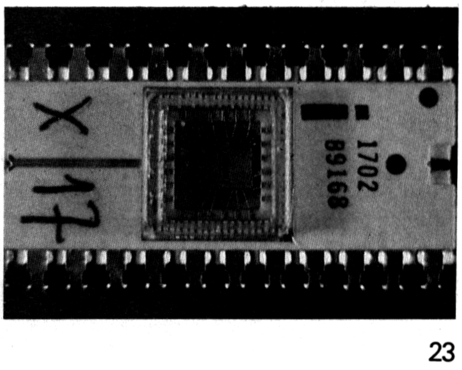


Les dernières étapes de la fabrication du circuit intégré : la puce est testée (ci-dessus) puis les pastilles sont séparées les unes des autres par une pointe en diamant (ci-contre vue partielle de la tranche avant séparation des circuits intégrés) enfin (en bas) la phase finale : l'encapsulage de protection.

minuscule outil ultrasonique soude par thermocompression les fils d'or, plus fins que des cheveux, qui relieront les plots de la puce aux broches extérieures du boîtier. Encapsulage de protection, et le circuit intégré est terminé.

Masques et artistes

Tout le travail de conception d'un circuit intégré monolithique se concrétise finalement sous la forme du jeu de masques nécessaires à sa fabrication. Le schéma théorique, à travers une session d'art graphique patiente, va prendre forme sous les doigts des dessinateurs et aboutira à la découpe de feuilles plastique spéciales en « rubylith ». destinées à l'exécution des clichés



photographiques que sont les masques.

En fait, plusieurs méthodes de conception coexistent actuellement. Une fois qu'ont été définies, mises au point, les spécifications logiques et électroniques du circuit intégré, on réalise l'implantation de la pastille sur un dessin de dimensions 500 à 1 000 fois plus grandes que l'original (si l'on peut dire, car ce dernier — la puce — n'existe pas encore !). Superposés en couleurs différentes sur ce chef-d'œuvre labyrinthique, nous trouvons la totalité des masques nécessaires, ce qui permet de les repérer parfaitement les uns par rapport aux autres. En pratique, l'opération pourra se faire sur papier, plastique... ou écran cathodique relié à un ordinateur.

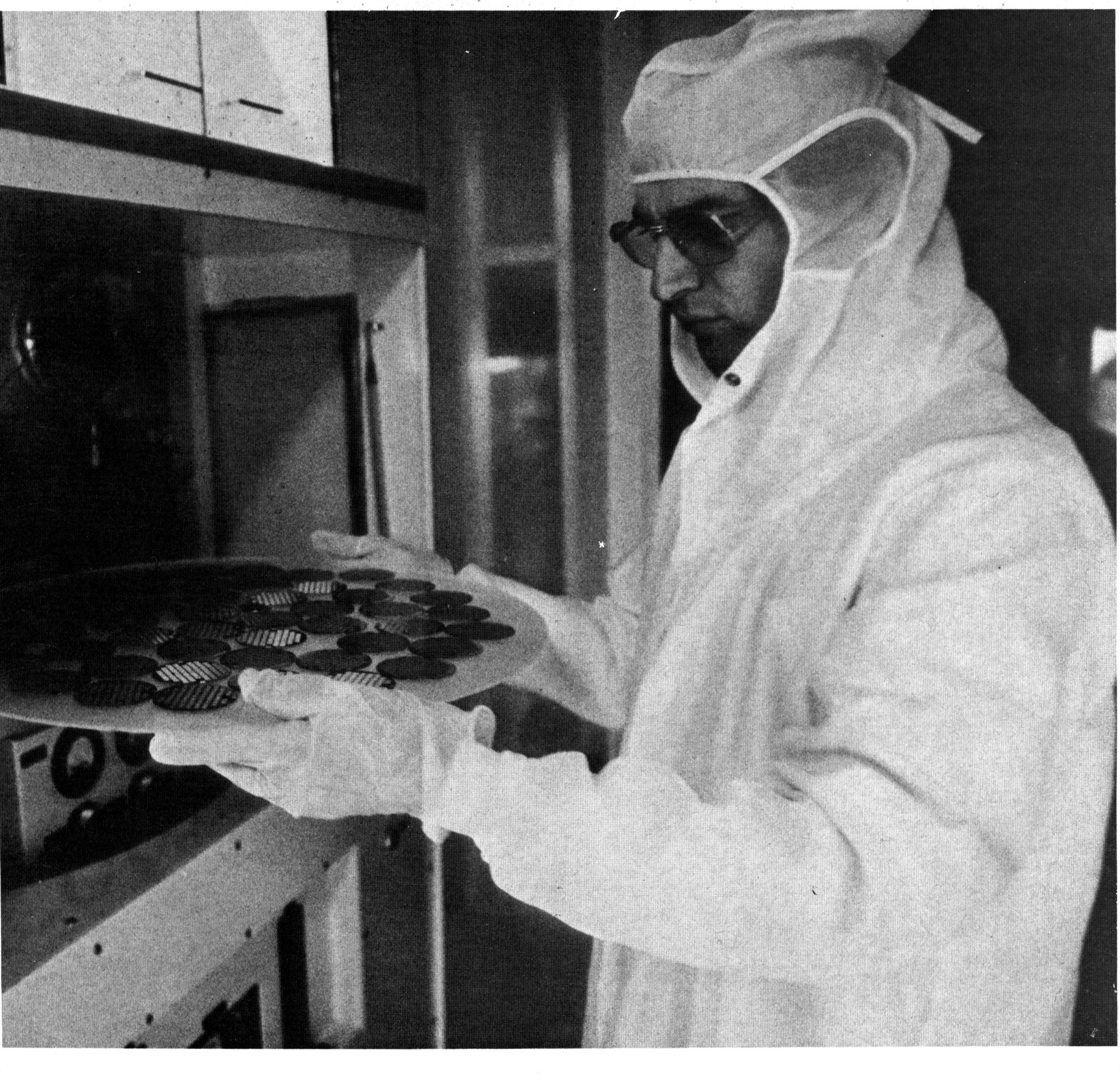
Introduites dans un évaporateur les tranches de silicium seront recouvertes de quartz pulvérisé.

Recours à l'ordinateur

C'est ici que peut intervenir le CAO, conception assistée par ordinateur (CAD, *computer aided design*), par le moyen de tables traçantes, ou de visualisations, et bien entendu des centaines de programmes adéquats organisés en un système de CAO spécialisé.

On pourra donc en particulier composer les masques de circuits intégrés sur un écran cathodique, par assemblage d'éléments de dessin stockés sur mémoire à accès sélectif, et appelés au clavier par leur indicatif. Ils apparaissent sur l'écran à l'endroit indiqué par un attouchement du crayon photoélectrique sur une liste de numéros d'emplacements (voir croquis). Les éléments non standards sont dessinés à la main sur l'écran, puis, remorqués par le crayon, viennent se loger en bonne place. A droite de l'écran figure une liste de commandes permettant d'indiquer au programme qui est dans l'unité centrale les manœuvres qu'on veut effectuer. Posons l'extrémité de la « plume de lumière » sur SAUVDESIGN : le programme interrompu repère que nous visons l'avant-dernier ordre de la liste, et que nous désirons par conséquent sauver notre création toute fraîche en l'inscrivant sur la mémoire à disques.

Notons au passage que si l'écran avait une résolution de 1 000 lignes à 1 000 points par ligne, nous serions amenés à stocker un million de bits pour une image (un bit vaudra 1 si l'écran est lumineux en ce point, O s'il est éteint) : c'est peu dans la mémoire à disques, mais beaucoup pour la mémoire centrale du calculateur où l'image doit bien entendu être stockée



pour guider le pinceau d'électrons du tube cathodique. On s'en tirera donc autrement : chaque image correspondant à un masque est composée de quelques milliers de segments de droites, ou « vecteurs ». Pour définir l'un d'eux, il suffira de stocker la position de ses deux extrémités, soit deux nombres de 10 bits chacun (2^{10} = 1 024, ce qui couvre la résolution du tube). Dans le cas d'un contour, on économisera la moitié des nombres. S'il y a 18 000 vecteurs, cela fera 160 000 bits ou 20 K octets en tout, plus les coordonnées des points de la grille de fond optionnelle, des axes, les codes des lettres du texte, etc., ce qui devient raisonnable.

Une fois notre dessin sauvé, un autre programme le relira ultérieurement sur les disques et, en l'analysant vecteur par vecteur, calculera une longue série d'ordres et les perforera à la suite les uns des autres sur un hectomètre de bande de papier. Il ne restera qu'à alimenter à partir de cette bande perforée une machine à commande numérique : elle découpera un des six masques servant à fabriquer notre circuit intégré, équivalent peut-être à quatre ou cinq cents transistors, diodes et résistances.

De quatre mois, le délai de conception est ramené à trois semaines, et seul l'ordinateur a pu le permettre.

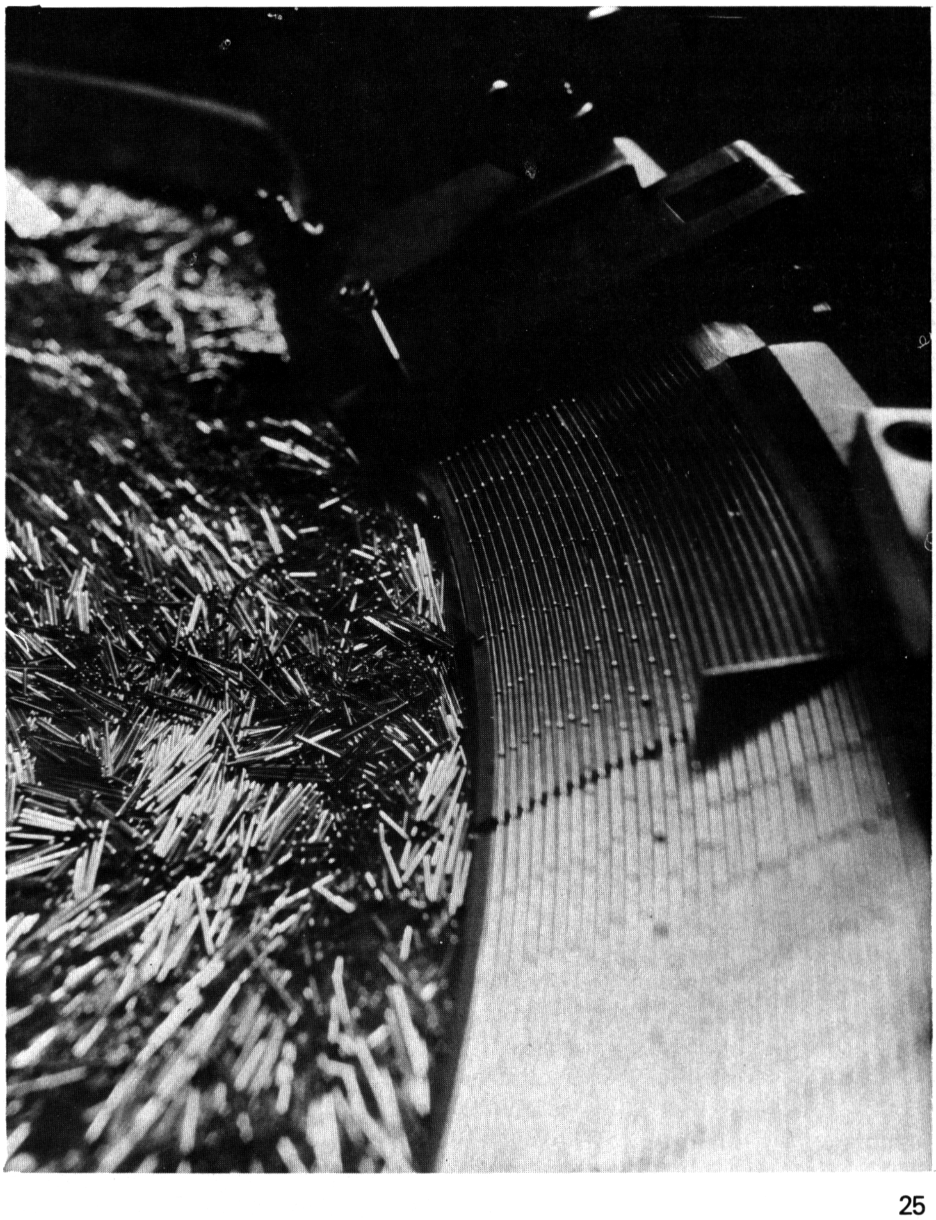
La course de la puce et de la machine

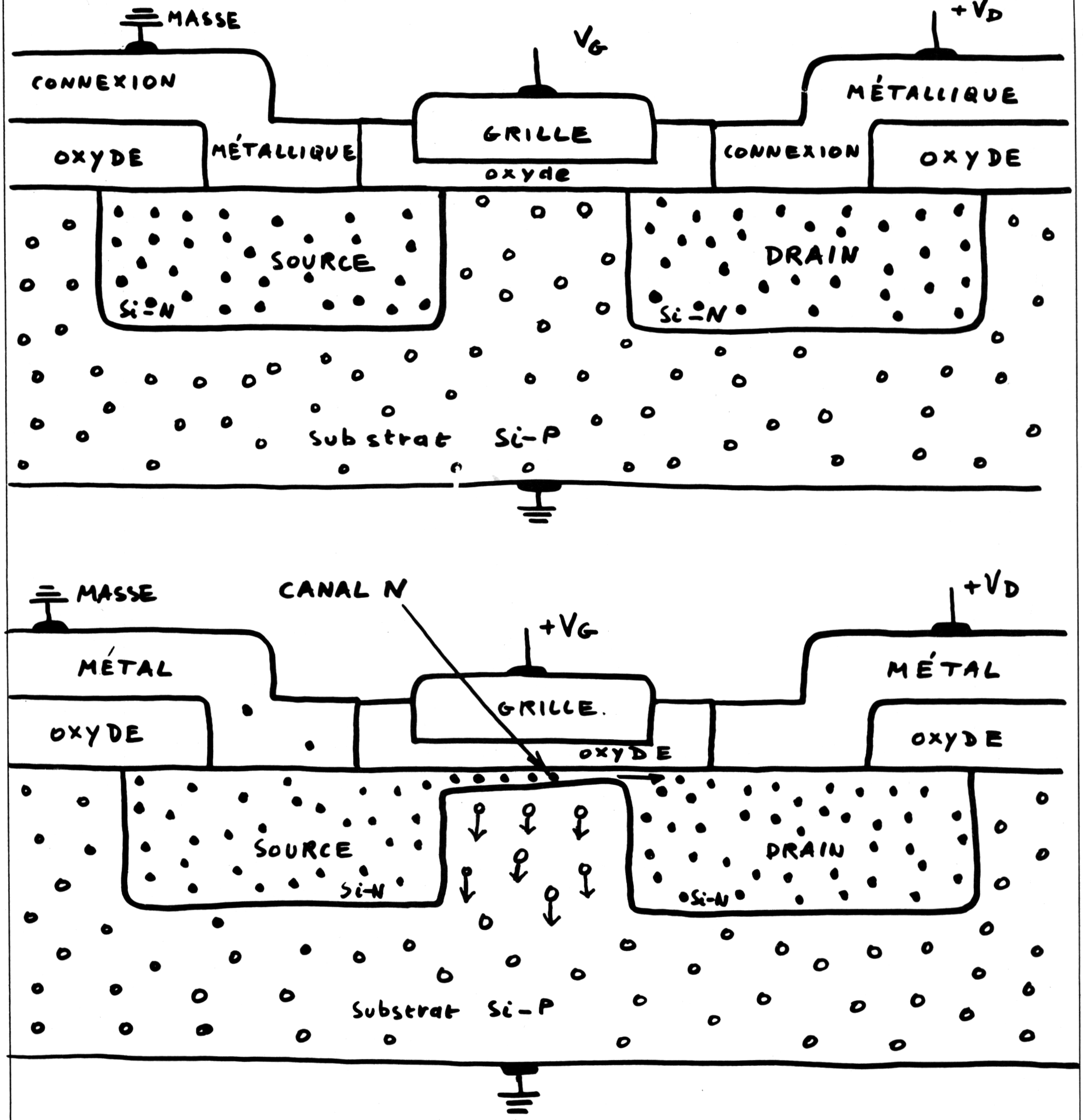
Cependant, une véritable course s'est produite entre les possibilités de la machine et les exigences toujours accrues des ingénieurs qui, maîtrisant de mieux en mieux la technologie de fabrication, sont en mesure d'augmenter à la fois la densité en composants au millimètre carré et les surfaces des puces. En effet, d'une part techniques photographiques et de masquage se perfectionnent, et d'autre part le nombre de défauts, taches, poussières par unité de surface diminue, permettant d'agrandir les pastilles. C'est ici qu'intervient un paramètre essentiel en fabrication de circuits intégrés, le rendement (*yield*), défini comme le pourcentage de bonnes puces sur la rondelle par rapport au nombre de puces total. Supposons que, dessinant aujourd'hui un circuit intégré, après mise en fabrication le rendement se révèle de 90 % : bravo direz-vous ? Eh bien, non. Cela veut dire que nous avons été trop timides, et que vu notre savoir-faire technologique nous aurions pu concevoir un circuit beaucoup plus complexe, regroupant les fonctions de plusieurs autres, avec un prix au transistor unitaire bien plus faible. Tout l'art consiste donc à savoir à un moment donné de combien surpasser son propre talent. Le rendement sur les premières rondelles sera peut-être piteux, de quelques pour cent, mais la fabrication se rodant progressivement nous atteindrons les 30 % signe d'un bon compromis...

Mais revenons à la course de la puce et de l'ordinateur : pendant les premières années 70, la surface des puces est passée de 10 à 30 mm², le nombre total de coordonnées de 50 000 à 500 000, et maintenant les dessinateurs marchent à quatre pattes sur des dessins de cinq mètres sur trois. Patiemment, ils recherchent les erreurs de tous genres (1 à 10 points sur mille avec les équipements et les techniques les plus récents) qui parsèment le labyrinthe, semaine après semaine s'il le faut. Des tables traçantes géantes de plusieurs mètres, solitaires dans une ambiance de véhicule spatial, brodent inlassablement leur dentelle multicolore avec des sifflements légers, avançant, reculant, zigzagant, festonnant avec une rapidité et une précision dues à l'ordinateur, et qui rendent pensif le visiteur le plus blasé. Mais bien sûr, les éléments initiaux du dessin ont d'abord été digitalisés, des opératrices suivant patiemment point par point le dessin original à l'aide d'un curseur relié à une machine qui enregistre les coordonnées numériques.

Au fil des progrès technologiques d'un côté ou de l'autre de la barrière — celui de la puce ou celui de l'ordinateur — on utilise donc plus ou moins directement ce dernier, mais de toute façon, d'ores-et-déjà, on peut dire que l'ordi-

Gros plan du brochage de microplaquettes, l'alimentation des broches se fait par bol vibrant.





Transistor à effet de champ (technologie MOS canal-n classique)

électrons   trous

Source et drain sont diffusés dans les premières étapes de fabrication, comme en bipolaire.

nateur, ici encore, contribue à faire naître d'autres ordinateurs plus modernes qu'il ne l'est lui-même : nous n'attendons plus qu'un Darwin de la machine pour y voir plus clair pour l'avenir...

Le transistor à effet de champ

Le transistor classique, à deux jonctions, ou transistor bipolaire, est à la fois le plus répandu (en tant que composant encapsulé isolément), et constitue l'élément de base fondamental des circuits intégrés traditionnels, ou circuits intégrés bipolaires (comme ceux de la logique TTL) dont nous avons décrit la fabrication en détail. Notons au passage que ce qualificatif de bipolaire (*bipolar* en anglais) est dû au fait que ces transistors utilisent simultanément pour transporter le courant les deux types de porteurs : trous et électrons, positifs et négatifs.

Mais il existe un autre type de transistors, de plus en plus important chaque année, car c'est lui qui est le composant essentiel des circuits intégrés MOS, lesquels servent à réaliser les microprocesseurs... et les mémoires à circuits intégrés. Il s'agit du transistor à effet de champ qui n'utilise qu'un seul type de porteur (angl. *field effect transistor,* FET). Si nous lui avons réservé cette place dans cet article, c'est à la fois pour des raisons chronologiques, et parce qu'il est plus simple que le transistor bipolaire : en particulier, il désarçonnera moins ceux de nos lecteurs qui se souviennent de la bonne vieille triode. Le principe en est en fait assez ancien : c'est vers 1925 que Julius Edgar Lilienfeld découvrit qu'un champ électrique appliqué perpendiculairement à un cristal de silicium pouvait affecter sa conductivité. Bien que deux brevets lui aient été attribués en 1926 et 1935, la compréhension à l'époque de la physique des solides et du comportement des films minces ne permit pas d'arriver à une quelconque réalisation pratique. Ce n'est que bien plus tard, à la suite des travaux théoriques de William B. Shockley et Walter Schottky en particulier, que le premier FET fut réalisé en 1953, puis enfin en 1960 sous une forme voisine de la configuration actuelle.

Si, comme le transistor bipolaire, le transistor à effet de champ comporte trois électrodes, l'une d'entre elles — la grille, en général en aluminium, et qui est l'électrode de commande — est isolée des deux autres. Mais alors, direz-vous, comment peut-elle agir ? Par influence à distance, à l'aide de son champ électrique, et c'est là tout le secret du FET:

Considérons le croquis qui représente deux états de notre transistor : bloqué, puis conducteur. On y voit tout d'abord que deux des électrodes, la source et le drain, sont symétriques et constituées par des zones de type N diffusées dans un substrat de type P. Ce qui différenciera la source du drain, ce sont les tensions qui leur sont appliquées : ici, la source sera à la masse (potentiel zéro par définition), le drain étant à un potentiel positif, prêt à attirer vers lui des électrons. Mais en l'absence de tension appliquée à la grille, aucun courant ne peut passer de la source au drain.

Appliquons maintenant à la grille qui va donc prendre une charge positive, une tension de polarisation progressivement croissante. Bien que la grille soit isolée par une très mince couche de silice (le diélectrique de grille, d'une épaisseur de l'ordre d'un dixième de micron), le champ électrique positif qui l'entoure va d'abord chasser les trous du substrat à une certaine distance, puisqu'ils sont positifs eux aussi. Mais augmentons encore la tension : à partir d'une certaine valeur, dite tension de seuil, la grille attirant de plus en plus fortement les électrons situés à droite et à gauche, il se produit, en surface du substrat juste sous le diélectrique de grille, une couche d'inversion de type N (inversion de porteurs) qui va constituer un chemin de passage pour les électrons entre la source et le drain.

Ce chemin est baptisé canal, et nous sommes donc en présence d'un transistor MOS canal N, dernier cri de la technologie. MOS, signifiant Metal Oxide Silicon (en français métal oxyde silicium), nous rappelle la structure de notre FET : grille en métal, diélectrique en silice et reste du transistor en silicium dopé. Nous verrons que ce qualificatif MOS reste conservé pour des versions de transistors à effet de champ où la grille n'est plus métallique.

Une fois la tension de seuil dépassée, le courant passant à travers le transistor sera proportionnel à la tension de polarisation de la grille, ce qui est une propriété intéressante pour l'amplification.

Supposons maintenant que source et drain soient de type P, et le substrat de type N. En appliquant une polarisation — négative cette fois — à la grille, nous obtiendrons la conduction par création d'un canal P. Ce type de transistor MOS est en fait à l'heure actuelle de loin le plus répandu, car le plus facile à fabriquer. Mais les performances des transistors canal N sont bien meilleures : la mobilité des électrons est de deux à trois fois celle des trous, et nous ne nous étonnerons pas que la troisième génération de microprocesseurs soit réalisée en canal N.

Les circuits intégrés MOS

Nous avons vu les principes de base de la fabrication des circuits intégrés bipolaires : photogravures et diffusions répétées. Ce sont les mêmes qui seront utilisés ici, mais avec encore plus de fruit, car les transistors MOS se prêtent mieux que les bipolaires au processus d'intégration (c'est-à-dire au rassemblement sur une seule pastille de centaines — ou de milliers — de transistors séparés). En effet, nous avons vu que le bipolaire utilise des caissons d'isolation. Or, ici, nous n'en aurons plus besoin. Source, drain et canal étant constamment maintenus à une polarisation inverse par rapport au substrat, une jonction isolante entoure complètement notre FET. Il s'ensuit un avantage considérable : l'encombrement périphérique du caisson disparaît, et chaque transistor sera beaucoup plus petit, d'autant plus que sa géométrie verticale est plus simple, ce qui se traduit encore par des dimensions horizontales réduites puisque les couches diffusées successives s'enveloppent les unes les autres comme les pelures d'un oignon. Le canal a en général une largeur inférieure à cinq ou dix microns (nous devrions dire micromètres, mais les habitudes sont difficiles à changer), et les dimensions hors tout du transistor sont de l'ordre d'une cinquantaine de microns.

Côté fabrication, l'épitaxie est supprimée, il y a beaucoup moins d'opérations à haute température (les plus critiques) et le nombre total d'opérations (130 environ pour le bipolaire) tombe à trois fois moins. Cependant, le MOS est une technique relativement nouvelle par rapport au bipolaire, très sensible auc contaminations et qu'il faut savoir maîtriser. Revenons par exemple au canal N ; nous avons vu son gain en rapidité, mais ce n'est pas le seul avantage : à caractéristiques égales, la surface d'un transistor « MOS canal N » est la moitié de celle d'un « MOS canal P », d'où des possibilités d'intégration très accrues. Or il a fallu attendre le

début des années 70 pour commencer à maîtriser le canal N en raison de la sensibilité du procédé aux impuretés, en particulier les ions sodium. Or tous les chimistes vous le diront, « le sodium, on en trouve partout »... car cet élément est à la fois très courant et très réactif. Si en cours de fabrication des ions sodium viennent contaminer la surface du silicium, ils constitueront, sous le diélectrique de grille, une charge positive tendant à débloquer (intempestivement) le transistor s'il est à canal N. Si c'est un canal P, la grille négative les fera migrer vers l'interface aluminium-silice où ils sont moins gênants, et de toute façon ils ne feront que rendre plus difficile le débloquage du transistor. Voilà comment la nature travaille contre le canal N...

Un très grand nombre de variantes de fabrication existe en MOS (en bipolaire aussi, bien sûr !) :

— orientation de la taille du cristal de silicium par rapport au réseau (111 ou 100, ceci pour les cristallographes, la coupe 100 réduisant la tension de seuil),

— canal P ou N,

— à enrichissement ou appauvrissement : en effet, dans les transistors décrits, le canal n'existe pas si la grille n'est pas polarisée. C'est en y appliquant la tension qu'on provoque un enrichissement (en porteurs) qui fait apparaître le canal. Par un processus de diffusion légèrement différent, on peut au contraire obtenir à la fabrication un canal qui disparaîtra quand on polarisera la grille : ce deuxième type de transistor est dit à appauvrissement (*déplétion*), et est donc débloqué au repos,

— électrode de grille en aluminium, silicium polycristallin, molybdène, tungstène, etc. La grille en silicium est un procédé important et astucieux que nous détaillons dans des croquis, car c'est le silicium en particulier qui, conjointement avec le canal N — a permis les microprocesseurs de troisième génération, fonctionnant à deux

Le circuit conducteur est imprimé par sérigraphie à travers un masque métallique. Le micromodule est ensuite entraîné par un tapis roulant vers la station de séchage et le four de cuisson.

mégahertz, ainsi que les circuits intégrés mémoire MOS de plusieurs milliers de bits par puce.

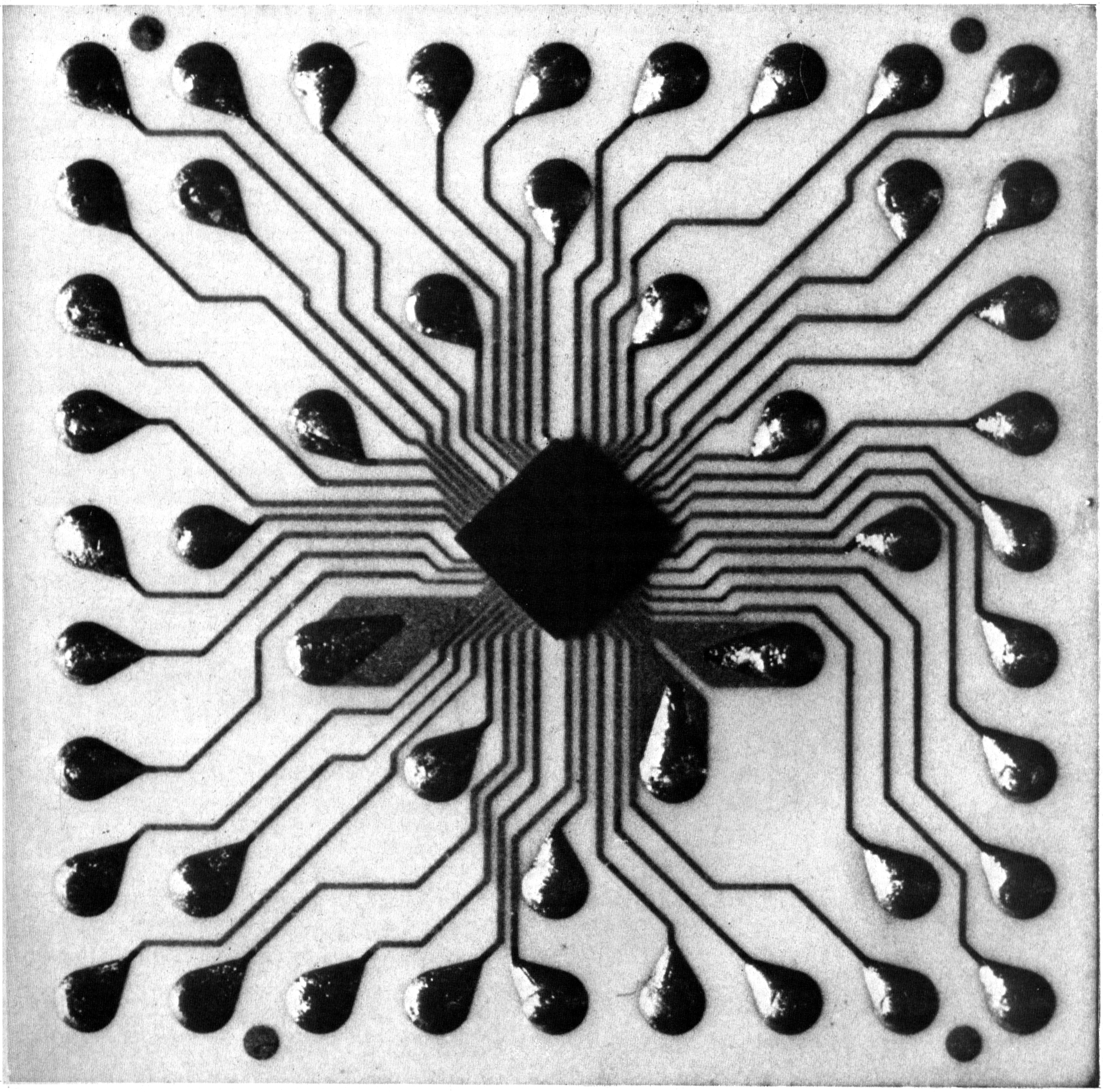
L'avenir est, bien sûr, à l'augmentation constante de l'intégration, qui double approximativement tous les 18 mois actuellement. La limite physique ultime se manifestera au moment où le niveau de puissance des transistors, de plus en plus faible au fur et à mesure que leur taille diminue, se rapprochera trop du bruit de fond thermique dans le cristal. Mais cette limite est encore très loin, le bruit de fond à 30 °C étant de l'ordre de deux à trois centièmes de volts : ceci nous permettra de diminuer 10 fois encore le niveau des signaux, entraînant une augmentation de densité de 100. Par ailleurs, le nombre de défauts dans les tranches de silicium va continuer à diminuer, permettant d'augmenter régulièrement la taille des puces.

La combinaison de ces facteurs nous promet des mémoires de 128 K bits vers 1981 (temps d'accès 100 ns), et de un mégabit dix ans plus tard. Quant à la logique, aux mêmes dates nous pourrons loger 25 000 puis 250 000 portes par puce, ce qui représente plus que le nombre de portes des processeurs d'ordinateurs moyens et de gros ordinateurs actuels, avec une vitesse plutôt supérieure !

Les obstacles risquent cependant d'être nombreux en cours de route. Les mémoires dynamiques de 64 K (déjà !) en cours de tests de laboratoire présentent quelques bizarres hoquets. Des erreurs insolites apparaissent : elles semblent dues aux charges électriques de rafales de particules alpha, provenant de traces d'éléments transuraniens dans les substrats, qui modifieraient les charges des minuscules transistors-condensateurs de stockage d'information. Mais on trouvera sans doute le remède...

Peut-être alors, parvenus enfin à ce lointain haut-plateau de la technique, serons-nous prêts à accomplir *Le dernier rêve* ? (1) •

Cf. éditorial. La traduction intégrale du texte de Joseph Weizenbaum est publiée dans le numéro de novembre 1978, centième numéro de *L'informatique nouvelle.*



Vers l'informatique répartie

Bruno France-Lanord
Ingénieur Conseil

Sans supprimer les machines les plus puissantes là où elles sont nécessaires les micro-ordinateurs ont néanmoins rendues caduques les lois économiques qui régissaient l'informatique.

CHACUN sait qu'un ordinateur est constitué de trois catégories d'organes essentiels — l'unité centrale, les mémoires auxiliaires et les périphériques d'entrée-sortie. Il est en outre doté d'un Software (ou logiciel) qui permet de le faire fonctionner.

L'unité centrale comprend elle-même :

— la mémoire centrale dans laquelle on enregistre le programme, et les données et résultats utilisés pendant un traitement,

— le processeur qui traite sous forme arithmétique et logique les données sous le contrôle du programme.

Les mémoires auxiliaires sont les supports permanents des fichiers de données et des différents programmes. Aujourd'hui, elles sont constituées de bandes et disques magnétiques de capacités diverses, auxquels viendront s'adjoindre, dans un futur à moyenne échéance, des dispositifs holographiques et à bulles magnétiques sans partie mécanique.

Les périphériques d'entrée des données et programmes sont les lecteurs de cartes et, plus souvent aujourd'hui, les claviers et lecteurs de caractères optiques et magnétiques, voire même les dispositifs d'entrée vocale.

Les périphériques de sortie sont en général constitués d'écrans (de type télévision), de dispositifs à diodes électro-luminescentes, de divers types d'imprimantes et de modules de communication par lignes de transmission (téléphone, etc.).

Au début de l'utilisation des ordinateurs, l'unité centrale représentait 75 % du coût du matériel et l'ordre décroissant du coût était : processeur / mémoire centrale/ mémoires auxiliaires et périphériques d'entrée / sortie.

L'unité d'appréciation de la productivité d'une machine devient vite le coût

Le microordinateur : moins cher et... transportable.

d'exécution d'une instruction de programme et la loi d'économie d'échelle s'applique d'une manière significative.

Plus cher donc plus productif

Un informaticien américain formalisa ces remarques vers 1950 en une loi, dite « loi de Grosch », qui stipule :

« La productivité d'un système d'ordinateurs est proportionnelle au carré de son coût. »

Autrement dit, si un ordinateur est deux fois plus cher qu'un autre, il aura une productivité quatre fois plus grande.

On a constaté depuis quelques années un certain nombre de limitations à cette loi :

1. Sa validité est limitée à un état donné de la technologie. Les ordinateurs classiques, les mini-ordinateurs et les micro-ordinateurs sont des états technologiques différents. Elle ne s'applique donc pas d'une manière comparable à ces trois catégories d'appareils.

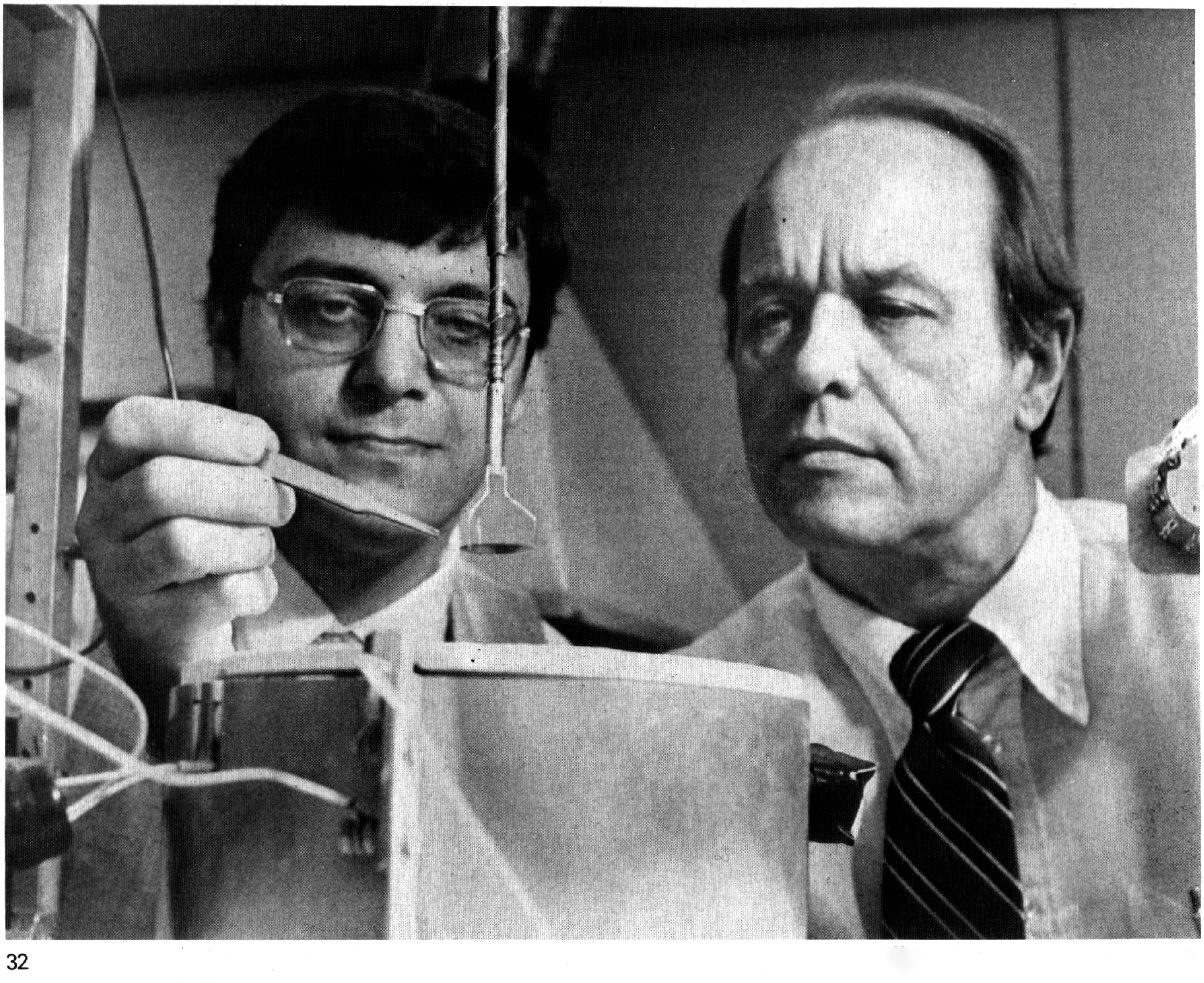
2. Les systèmes d'exploitation des gros ordinateurs consomment la plus grande part de leur puissance. La grande facilité offerte aux programmeurs d'aujourd'hui (langages de programmation plus concis et plus simples, systèmes d'exploitation généralisés, mode d'utilisation conversationnel...) ainsi que les techniques de multiprogrammation (utilisées pour rentabiliser les unités centrales chères) n'ont fait qu'accroître le volume et la complexité des Softwares, ce qui limite la loi dans de grandes proportions.

3. Les applications de gestion présentent des volumes d'entrée/sortie considérables. Or, la vitesse interne des processeurs croît plus vite que la vitesse des dispositifs d'entrée/sortie. Ainsi, la plupart de ces applications ne permettent pas réellement d'exploiter toute la puissance des grosses unités centrales.

Malgré cela, la loi de Grosch est restée valable pendant quinze ans, et les conséquences qu'en ont tirés aussi bien les constructeurs que les utilisateurs, ont profondément modelé l'informatique et le marché des ordinateurs en poussant à l'utilisation d'appareils de plus en plus gros et de plus en plus complexes à faire fonctionner.

Le résultat dans les entreprises a été une concentration en un seul lieu des outils de traitement de l'information et un renforcement des tendances centralisatrices.

On connaît les arguments économiques (synergie, économie d'échelle, meilleure utilisation des ressources rares, etc.) et les raisons souvent d'ordre psychologiques (désir de massification, mythe de l'Argus et ses mille yeux permettant de tout contrôler dans l'entreprise, mythe du tableau de bord, etc.) qui ont conduit bon nombre de dirigeants à justifier les systèmes centralisés et concentrés. Ceux-ci étaient d'ailleurs fortement encouragés par les constructeurs, d'une part, et les informaticiens d'autre part, ces derniers voyant souvent dans l'augmentation de la taille de l'ordinateur, une



Les Dr E.A. Giess et R.J. Kobliska du IBM Thomas J. Watson Research Center viennent de mettre au point des mémoires à bulles huit fois plus petites que celles élaborées jusqu'à ici.

augmentation proportionnelle à leur pouvoir.

L'évolution technologique a entraîné un phénomène très important, amorcé dès 1963, tendant à inverser les principes précédents.

Il s'agit de la naissance et de l'évolution des circuits électroniques intégrés. En effet, le coût de ces circuits, utilisés tant pour les unités centrales que pour les mémoires, chute d'une façon exponentielle. Parallèlement, la miniaturisation et le niveau d'intégration (c'est-à-dire le nombre de circuits que l'on parvient à placer sur une pastille de quelques millimètres de côté) et le volume vendu croissent également d'une façon exponentielle. La loi d'économie d'échelle joue ici pleinement et entraîne d'une part une baisse générale des coûts — une unité centrale d'ordinateur moyen d'il y a quinze ans coûte aujourd'hui 100 à 200 fois moins à puissance égale ; le prix des lecteurs de disques magnétiques est passé de 100 000 francs il y a quatre ans à environ 40 000 aujourd'hui. Tout ceci a amené à une inversion de l'ordre des coûts dans un ordinateur qui devient : mémoire auxiliaire / mémoire centrale/processeur périphérique d'entrée/sortie.

Plus petit donc moins cher

Ces constatations jointes à une nécessité d'enrayer la complexité croissante des Softwares des grosses machines, ont conduit Jean-Pierre Bouhot en 1974(1) à énoncer un nouveau principe, opposé à la loi de Grosch. La loi de Bouhot stipule :

« Le coût le plus bas d'un travail de gestion est obtenu avec le plus petit ordinateur (monoprogrammé) acceptable. »

Certains ont opposé à Jean-Pierre Bouhot que la chute des prix jouait également en faveur des gros ordinateurs, mais c'était oublier quatre phénomènes :

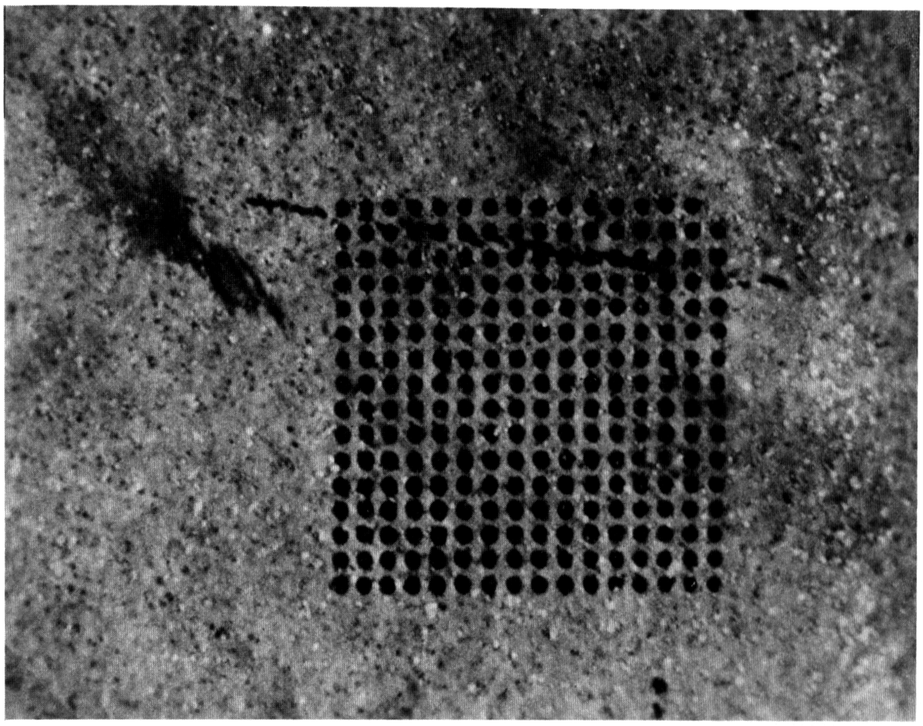
1. La loi d'économie d'échelle joue plus pour les petits ordinateurs pour lesquels une production de masse est envisageable, que pour les gros.

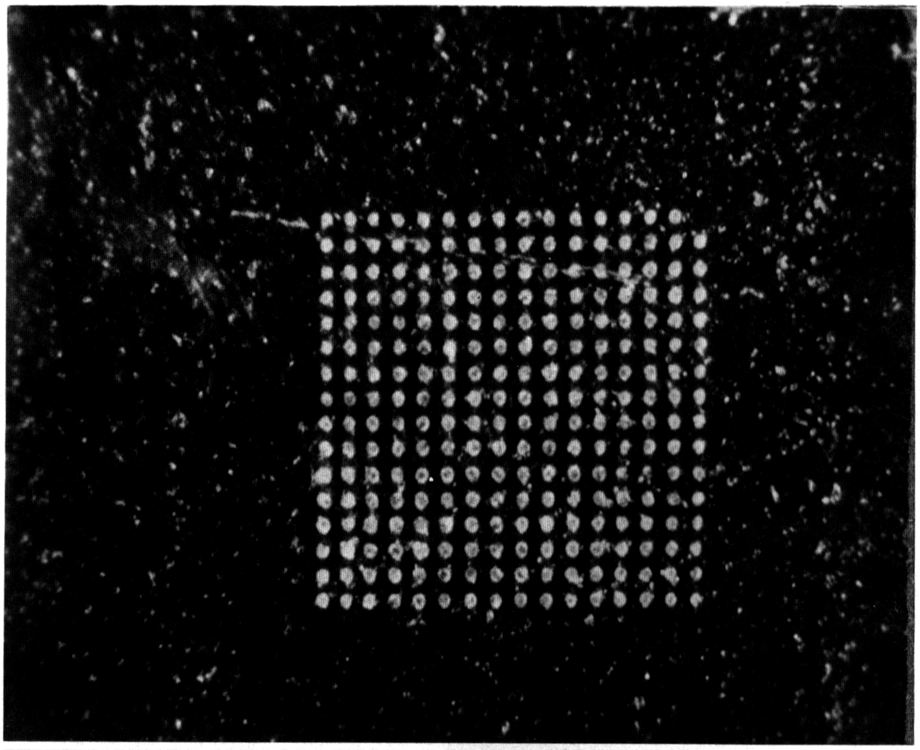
2. Par sa nature même, l'économie apportée par les circuits intégrés à grande échelle favorise directement les micro-ordinateurs au détriment des gros.

3. Les coûts du Hardware deviennent moins important pour les gros ordinateurs vis-à-vis des coûts du Software qui n'ont que peu baissé malgré les meilleurs langages et les aides à la programmation développés aujourd'hui. Si l'on veut réellement abaisser les coûts de Software, une des premières choses consiste à revenir à des systèmes simples tels que ceux des machines monoprogrammées, et d'essayer de les rendre de plus en plus transparents, ce qui n'est de loin pas le cas actuellement sur les gros ordinateurs ni même sur les mini-ordinateurs.

4. L'apparition des langages interactifs permet une réduction importante (deux à trois fois) des temps de programmation. Ces langages tels que Basic, PAL, Alvan... sont développés et utilisés sur tous les mini et micro-ordinateurs, alors qu'on ne les rencontre que rarement sur les gros ordinateurs. Un autre article de ce numéro montre concrètement ce qu'offre cette évolution technologique.

Les unités centrales sont toutes conçues autour de micro-processeurs.





Davantage encore que la mémoire à bulles, la mémoire holographique fait partie du futur de l'informatique. Ici photographie d'un ensemble de bits inscrits sur une couche de Manganèse-Silicium.

(1) *La Micro-informatique : introduction aux systèmes répartis, par B. Lussato, J.-P. Bouhot, B. France-Lanord. — Ed. l'Informatique, Paris 1974.*

Le principe des circuits LSI est appliqué aux mémoires centrales et autorise des densités de plus en plus grandes pour un coût sans cesse décroissant. D'autre part, la technologie précédente, celle des tores de ferrite, imposait des mémoires de grande taille pour que l'unité de mémorisation soit bon marché. Aujourd'hui, le coût de stockage d'un caractère en mémoire centrale ne dépend pratiquement plus de la taille de la mémoire.

Quant aux mémoires auxiliaires, on ne se préoccupait que d'accroître leur taille, leur vitesse et leur fiabilité tout en diminuant leur coût. Puis sont apparus les dispositifs à cassettes magnétiques dont le coût était dix fois inférieur à celui des lecteurs de bandes, avec bien sûr des capacités limitées à quelques centaines de K-octets. Celles-ci furent bientôt suivies des lecteurs de disques souples ou mini-disques, dont le coût pour 1 Méga-octet est de l'ordre de 20 000 francs.

Ces nouveaux dispositifs, aux performances et capacités limitées, s'adaptent parfaitement aux unités centrales miniaturisées et permettent ainsi la mise sur le marché de machines coûtant quelques dizaines de milliers de francs avec des mémoires centrales de 32 à 64 K-octets, et bientôt de 256 à 512 K-octets. Imaginons des machines mono-postes dans lesquelles des fichiers tiendront en entier dans la mémoire centrale !

Parmi les nouveautés les plus prometteuses nous retiendrons les mémoires à bulles magnétiques.

Les principales caractéristiques de ces mémoires sont :

- l'absence de parties mécaniques,
- la haute fiabilité,
- la compacité,
- la permanence de l'information lorsque le courant est coupé,
- la vitesse,
- le coût.

Ces mémoires devraient peu à peu remplacer les disques à tête fixe, et pour certaines applications les disquettes (à condition que l'on n'ait pas besoin de recopier de disquettes, ce qui exclut pratiquement la gestion). On ne pense pas que les mémoires à bulles viennent affecter le marché des disques à grande capacité avant 1985, leur coût étant encore trop élevé.

Pour des applications dans lesquelles des volumes de données modérés sont nécessaires, les dispositifs à transfert de charge seront préférés aux mémoires à bulles à cause de leurs meilleurs performances et de leur interfaçage plus facile à réaliser. Enfin, les périphériques d'entrée/sortie les plus couramment utilisés restent le clavier et l'écran (on connecte maintenant des téléviseurs grand public en couleur à certains micro-ordinateurs) et les imprimantes de tous types, leur coût variant de quelques milliers à quelques dizaines de milliers de francs.

De l'appareil photographique à l'automobile

On trouve ainsi aujourd'hui un micro-ordinateur composé d'une unité centrale, d'un écran clavier, d'unités de mémoire à cassettes et à disques souples pour des prix variants de 20 000 à 150 000 francs. Une quarantaine, au moins, de constructeurs proposent de tels outils. Les plus surprenants sont les « Hobby Computers » et « Personnal Computers » pour ceux qui veulent construire eux-mêmes leur ordinateur. On estime actuellement à 20 000, au moins, le nombre de ces machines vendues. Il y a deux ans, on ne les trouvait qu'en kit et leur montage nécessitait des connaissances de base en électronique, mais on commence à voir apparaître des systèmes pré-assemblés ou prêts à l'utilisation au même prix, et avec des possibilités et une fiabilité supérieures aux premières machines en kit réservées maintenant aux fanatiques. Des systèmes d'exploitation, de langages et des Softwares d'application apparaissent ainsi que les interfaces pour tous les types de

Un endroit mystérieux et interdit... la salle des machines.

périphériques y compris les unités d'entrée vocale... Sans doute des artisans de l'ordinateur vont voir le jour, mais il est difficile hors du mythe de la société informatisée, de prévoir l'impact réel de ce type de matériel sur la société. Il est peu probable que ces machines seront utilisées pour « automatiser la maison » comme on l'a souvent imaginé. Le champ d'application se limitera de lui-même aux jeux, aux applications graphiques (génération de dessins, kaléidoscopes...), au traitement de texte... Bien qu'il s'agisse là d'applications grand public, ces domaines n'intéressent qu'une fraction limitée de la population

En revanche, ces machines contribueront sans doute à augmenter considérablement le nombre de personnes connaissant la programmation, et à démythifier encore l'image de l'ordinateur et de l'informatique.

Les machines spécialisées sont un débouché certainement plus large pour les micro-processeurs. On en a vu les premières applications avec les calculatrices programmables et les petites machines de saisie des données portatives. Aujourd'hui, les premiers appareils photographiques à réglage automatique de la vitesse et du diaphragme, et même de la distance, sortent équipés d'un micro-processeur. Des applications se trouvent dans l'automobile, les téléviseurs, les machines à laver, les machines comptables, les facturières... Dans ce genre d'appareils, le Software est figé et l'utilisateur n'a plus qu'à entrer un certain nombre de paramètres. L'ordinateur est directement associé au processus réalisé, et se comporte de façon totalement transparente vis-à-vis de l'utilisateur de l'appareil.

Ainsi deux catégories d'applications des micro-processeurs se dégagent. D'une part des machines universelles, c'est-à-dire programmables pour diverses applications avec des langages tels que le Basic et l'APL (et bientôt d'autres plus évolués), voient le jour ; d'autre part l'adjonction de micro-processeurs à toutes sortes d'outils leur ouvre le domaine grand public.

Cette mutation technologique a donc des conséquences considérables, puisqu'elle met à la disposition de tout un chacun des outils réservés jusqu'alors aux entreprises et aux chercheurs scientifiques. Mais vis-à-vis des utilisateurs classiques de l'ordinateur (l'entreprise), elle peut également être le moteur d'une non moins considérable évolution.

En effet, jusqu'à ces dernières années, les entreprises ne pouvaient trouver qu'un seul type d'ordinateur. Il s'agissait du gros ou moyen ordinateur classique doté de sa cohorte de spécialistes-servants, les informaticiens et installé dans cet endroit mystérieux et interdit qu'est la salle machine, cœur du système d'information grâce auquel toute donnée quantifiable de l'entreprise reçoit le nom respectable d'information.

On connaît toutes les pressions auxquelles furent soumises les organisations et les gestionnaires : pressions des informaticiens qui cherchaient à bâtir des systèmes de plus en plus sophistiqués et de plus en plus intégrés. Ceci répondait à un double désir : désir d'obtenir sans cesse plus d'informations, de la part des utilisateurs souvent mal éduqués, et désir du technicien de tirer parti d'une technologie offrant sans cesse de nouvelles possibilités.

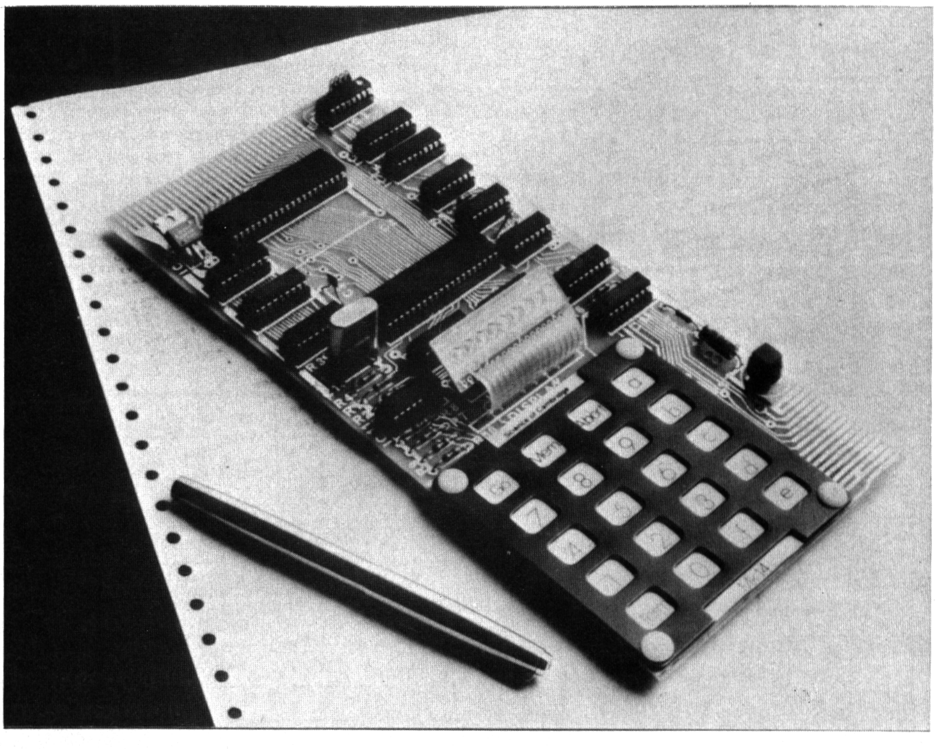
Une autre pression vient des constructeurs d'ordinateurs dont l'objectif est de vendre du matériel et qui ont longtemps travaillé à affermir le pouvoir des informaticiens au sein des entreprises.

Mais cette montée de l'informatique ne s'accompagnait pas toujours du bénéfice et des avantages que l'on en attendait. D'une part, les coûts administratifs se voyaient augmentés des coûts informatiques sans cesse croissants (1 % du chiffre d'affaires dans de nombreux cas) ; on objectait à ceci que l'informatique permettait de résoudre des problèmes insolubles sans elle. D'autre part, comme nous l'avons déjà dit, l'informatique fut un des moyens, sinon une des causes, du renforcement des tendances centralisatrices et bureaucratiques au cours des vingt dernières années. Il serait trop long de développer ici les effets secondaires qui virent également le jour. Citons simplement l'engraissement des structures, la montée du pouvoir des fonctionnels que sont les informaticiens, et le fossé de plus en plus grand entre les utilisateurs et les spécialistes devenant toujours plus techniciens (à cause de la complexité croissante des outils et des systèmes) et de moins en moins aptes à participer aux problèmes réels de l'organisation et de la gestion, ou uniquement à travers des services organisation et informatique très lourds.

Ces phénomènes sont tout aussi frappants si l'on se tourne vers les PME. Il n'est pas rare, en effet, d'entendre tel dirigeant dire : « je veux bien un ordinateur, mais je ne veux pas d'informaticiens ». De tels dirigeants savent trop bien ce que peut signifier l'entrée dans leur entreprise de spécialistes trop préoccupés de leur outil.

Peu de gens ont analysé avec précision cette évolution. Une pensée critique a cependant vu le jour il y a quelques années à partir des travaux du Professeur Lussato (CNAM à Paris). Ce

Micro ordinateur pour amateur.



dernier a formalisé ces phénomènes sous le nom de « Cycle pervers de l'informatique ».

Une multitude de solutions

Nous évoquions plus haut l'éventualité d'une évolution au sein des entreprises grâce aux nouvelles possibilités de la technologie. Avant d'en montrer la portée et les applications, nous pouvons faire quatre constatations :

1. Face à un problème de réalisation d'un système d'information, il existe aujourd'hui une multitude de solutions techniques possibles ; ceci n'était pas le cas il y a quelques années.

2. Les constructeurs s'efforcent de réaliser des systèmes de plus en plus simples à utiliser et très modulaires.

3. Les utilisateurs font de plus en plus part d'une volonté d'être maître de leurs outils.

4. On parle aujourd'hui de systèmes d'information. L'approche systématique a permis de replacer en amont des choix techniques la réfexion organisationnelle. Par exemple, plutôt que de commencer par « informatiser ou mettre sur ordinateur la comptabilité et la paie » et d'essayer après d'en extraire des données de gestion, on commence par bâtir un système d'information reflétant autant que possible la réalité des flux d'information de l'entreprise, et on choisit ensuite les outils propres à traiter chaque fonction ainsi définie.

On parle beaucoup d'informatique distribuée ou répartie. Ce dernier concept recouvre une notion technique et une notion organisationnelle. Technique, parce qu'elle vise à répartir physiquement les outils de traitement de l'information au sein de l'entreprise en fonction des besoins localisés. Organisationnelle, parce qu'elle sous-entend que le pouvoir de choix d'une solution revient à l'utilisateur et non à un spécialiste fonctionnel. Dans la réalité, ce vocable est utilisé pour qualifier des systèmes très divers, ce qui crée une fâcheuse confusion. Certains l'appliquent en effet aux systèmes utilisant les ressources du télé-traitement alors qu'il convient de parler de distribution. Il est abusif d'utiliser le terme «réparti» pour un système centré sur un ordinateur doté de terminaux plus ou moins intelligents. Même si chaque terminal peut, dans de tels systèmes, réaliser un certain nombre de travaux d'une façon autonome, (saisie contrôlée, édition d'états, interrogation de fichiers locaux ou centraux...) le pouvoir informatique reste en général fortement centralisé, et la possibilité de modifier ou de faire évoluer tel sous-ensemble du système reste limitée par la disponibilité des spécialistes centraux et l'aptitude du système central à supporter un atout ou une modification.

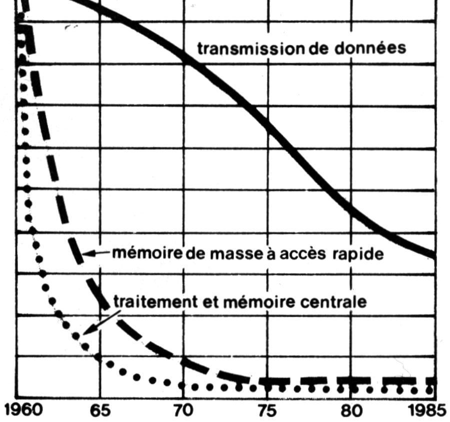
L'informatique répartie ne s'oppose pas à l'utilisation de gros ordinateurs là où ils sont nécessaires. Elle s'oppose à l'utilisation du télétraitement, d'une part car il n'est plus justifié par aucune économie d'échelle, et d'autre part car il reste cher (notamment à cause du coût des lignes de communication), complexe à maîtriser à cause des systèmes d'exploitation qu'il nécessite, et peu souple vis-à-vis des modifications et adaptations continuelles requises par les organisations.

On notera sur le schéma ci-dessous la baisse des coûts des unités centrales comparée à celle des coûts des télécommunications.

La micro-informatique s'oppose également aux réseaux, dans la mesure où ces réseaux de communication présentent un caractère obligatoire et normé. Il est bien évident que la répartition des outils informatiques conduit à la notion de réseau, mais on s'attachera à limiter au maximum les communications inter-machines et à bâtir les systèmes sur des échanges par exception.

L'informatique répartie permet une autonomie et une maîtrise réelle vis-à-vis des outils, et un abaissement des coûts informatiques. Une telle informatique devient effectivement possible grâce aux petites machines et à la plus grande transparence des systèmes.

En 1975, le coût des unités centrales est tombé à 0.,590 du coût en 1960, celui des mémoires pour fichiers à 290. Les transmissions de données restent loin derrière (résultats synthétisés à partir de plus de 20 sources différentes par Frank V. Wagner, senior VP et administrateur de Informatics).



Décentralisation et répartition

D'un point de vue organisationnel, l'informatique répartie, correspondant à une déconcentration des outils, s'applique mieux aux structures décentralisées au sein desquelles le niveau de responsabilisation des individus est plus élevé. En effet, plus une organisation est décentralisée (en termes de pouvoir de décision), plus le niveau de compétence et le sens des responsabilités sont élevés. On constate en général que si certaines entreprises mettent en place une informatique déconcentrée en la plaquant sur une organisation très centralisée, il n'y a pas véritable répartition, même si les outils sont géographiquement répartis, car le pouvoir et la connaissance informatique restent entre les mains de services centraux intouchables ; on parlera alors de nouveau d'informatique distribuée.

Si l'on veut résumer les principes qui président à la notion d'informatique répartie, on peut en dégager quatre fondamentaux :

1. Volonté de décentralisation

Décision de direction générale, elle implique que des responsabilités soient prises à tous les niveaux. En particulier, pour les problèmes informatiques, chaque cellule ou division doit les prendre en charge.

2. L'informatique est traitée localement

C'est-à-dire là où elle est présente, là où on en a besoin en premier lieu, et par ceux qui l'utilisent. Ceci se traduit par une répartition des moyens de traitement et de stockage de l'information.

3. Hiérarchisation des niveaux de traitement

Elle correspond à la hiérarchisation des niveaux du système d'information. L'information suit un chemin ascendant de la base vers le sommet au sein du système. A chaque niveau intermédiaire il y a agrégation et transfert des seules informations nécessaires au niveau supérieur.

4. Utilisation de machines de toutes tailles

Machines modulaires, depuis l'ordinateur de type classique jusqu'au micro-ordinateur peu coûteux et facile d'accès.

La mise en application de ces principes dans les grandes entreprises conduit à la restructuration complète du service informatique souvent hiérar-

chiquement dépendant de la Direction financière ou administrative. En effet, chaque cellule se dote, si elle en a besoin, d'une équipe capable de résoudre ses problèmes informatiques. Dans certaines entreprises, on a même vu les gens prendre en main leur informatique sans embauche de personnel spécialisé.

L'existence d'un coordinateur central devient alors nécessaire afin de garantir une cohérence entre les différents sous-ensembles et de définir avec les responsables les plans à long terme. Il est impératif que ce coordinateur dépende de la Direction générale afin de sauvegarder une neutralité totale vis-à-vis de tel ou tel groupe. Un autre rôle de ce coordinateur est de veiller à une normalisation des données, rendue obligatoire dans les systèmes centralisés et concentrés, était ressentie comme une gêne et une entrave, et tout au moins comme une perte de variété (2) par les utilisateurs.

La cohérence de tels systèmes d'information passe pour certains par la nécessité d'harmoniser les matériels, c'est-à-dire en général acheter chez un seul constructeur, ceci permettant de réaliser des économies en Hardware et surtout en Software. En réalité, il est aujourd'hui difficile de trouver chez un seul constructeur toute la gamme des matériels à des prix compétitifs, tel constructeur favorisant tel type d'ordinateur et pas tel autre. Et s'il est raisonnable de chercher à homogénéiser les matériels d'une catégorie donnée, les micro-ordinateurs par exemple, il suffit largement de s'assurer de l'existence d'un moyen de communication entre deux classes de matériel. Par exemple, si l'on est amené à échanger des informations entre des micro-ordinateurs et un mini, le fait qu'ils se programment dans des langages différents ne représente pas un surcoût réllement appréciable.

Au sein des PME, les nouvelles générations de petits matériels permettent d'aborder l'informatique d'une façon beaucoup plus souple et aisée qu'avant. On commence d'ailleurs à voir de nombreuses entreprises renoncer par paliers à la sous-traitance de leurs travaux informatiques pour se doter de micro-ordinateurs. L'analyse est même souvent faite par le personnel de l'entreprise, et si les premiers programmes sont en général sous-traités, très vite tel ou tel comptable se pique au jeu et programme lui-même les nouvelles applications. On ne saurait trop se réjouir d'une telle évolution des mentalités conduisant, au même titre que dans les grandes entreprises, vers une maîtrise complète des outils informatiques par les utilisateurs.

Les exemples sont maintenant nombreux d'entreprises qui se lancent vers cette nouvelle informatique. Et si les modalités pour y parvenir sont très diverses, (service informatique central, services informatiques éclatés dans l'entreprise, prise en charge complète par les utilisateurs ou sous-traitance de la programmation), toutes ces entreprises ressentent le besoin d'un nouveau type de gestionnaires ouverts aux techniques informatiques et décidés à ne pas se laisser imposer les contraintes d'un outil qu'ils ont trop subies (3).

Trois sortes d'informatique

On peut pour conclure constater qu'il existe trois informatiques :

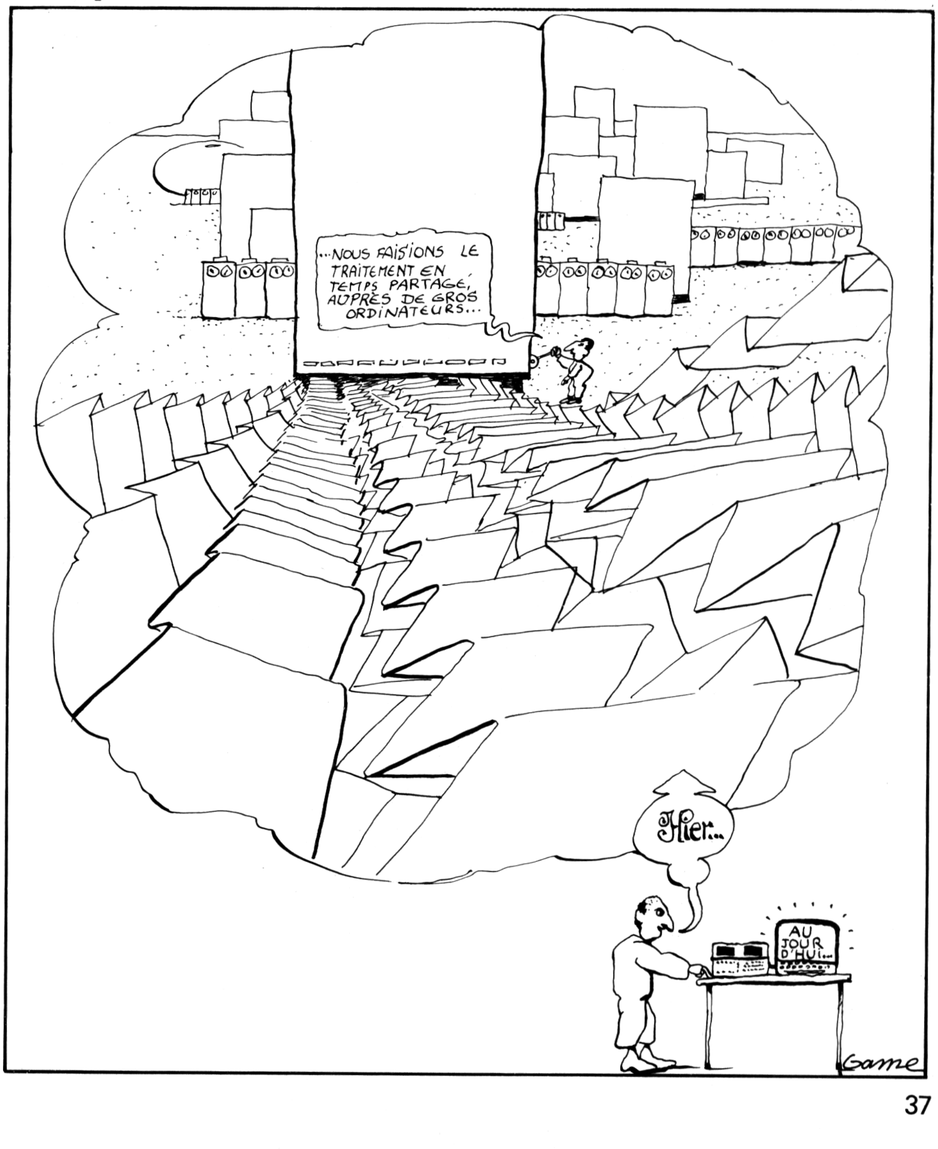
1. L'informatique centralisée classique
2. L'informatique distribuée ou télématique
3. L'informatique répartie ou micro-informatique.

La seconde donne l'illusion de décentralisation, mais il faut remarquer qu'on ne peut pas comparer la distribution d'une énergie à celle de l'information. En effet, pour cette dernière le mode opératoire est imposé, et d'autre part elle est chargée de pouvoir y compris dans la façon dont on la traite. Seule la troisième redonne aux utilisateurs une maîtrise complète. L'informatique avait mal répondu aux souhaits des opérationnels autant par le traitement classique par lots, très lourd, qu'avec le télé-processing cher et complexe.

Les micro-ordinateurs offrent maintenant une réponse immédiate aux divers besoins d'une entreprise sans pour autant supprimer obligatoirement les ordinateurs plus puissants là où ils restent nécessaires. ●

(2) *Ndlr : au sens systémique.*

(3) *Une association regroupant de nombreuses entreprises animées de cet esprit a été créée il y a trois ans par le Professeur Lussato et les quelques pionniers de la micro-informatique et de l'informatique répartie. Elle se nomme l'AMI, Association pour la Promotion des Systèmes Décentralisés, et a son siège au CNAM à Paris.*



Comment choisir un petit ordinateur

Jean-Paul Garçon
Ingénieur Conseil

Dans un marché en pleine confusion quel appareil est-il préférable à tel autre ? Voici avec quelques critères de choix quelques appréciations et conseils pratiques. Pour la défense du consommateur.

L'EXTRAORDINAIRE progrès technologique qui affecte l'électronique en cette deuxième moitié de décennie 70, bousculant un certain nombre de positions acquises de gros constructeurs, a provoqué une confusion sans pareille sur le marché informatique. Selon l'endroit où il porte ses regards, l'utilisateur potentiel constate des différences de prix de 1 à 20 pour des matériels ayant des performances similaires. A la suite de quoi, n'y comprenant plus rien, il achète pratiquement au hasard... et se retrouve avec une machine — peut-être bonne dans sa catégorie — mais incapable de lui rendre le service qu'il en attendait.

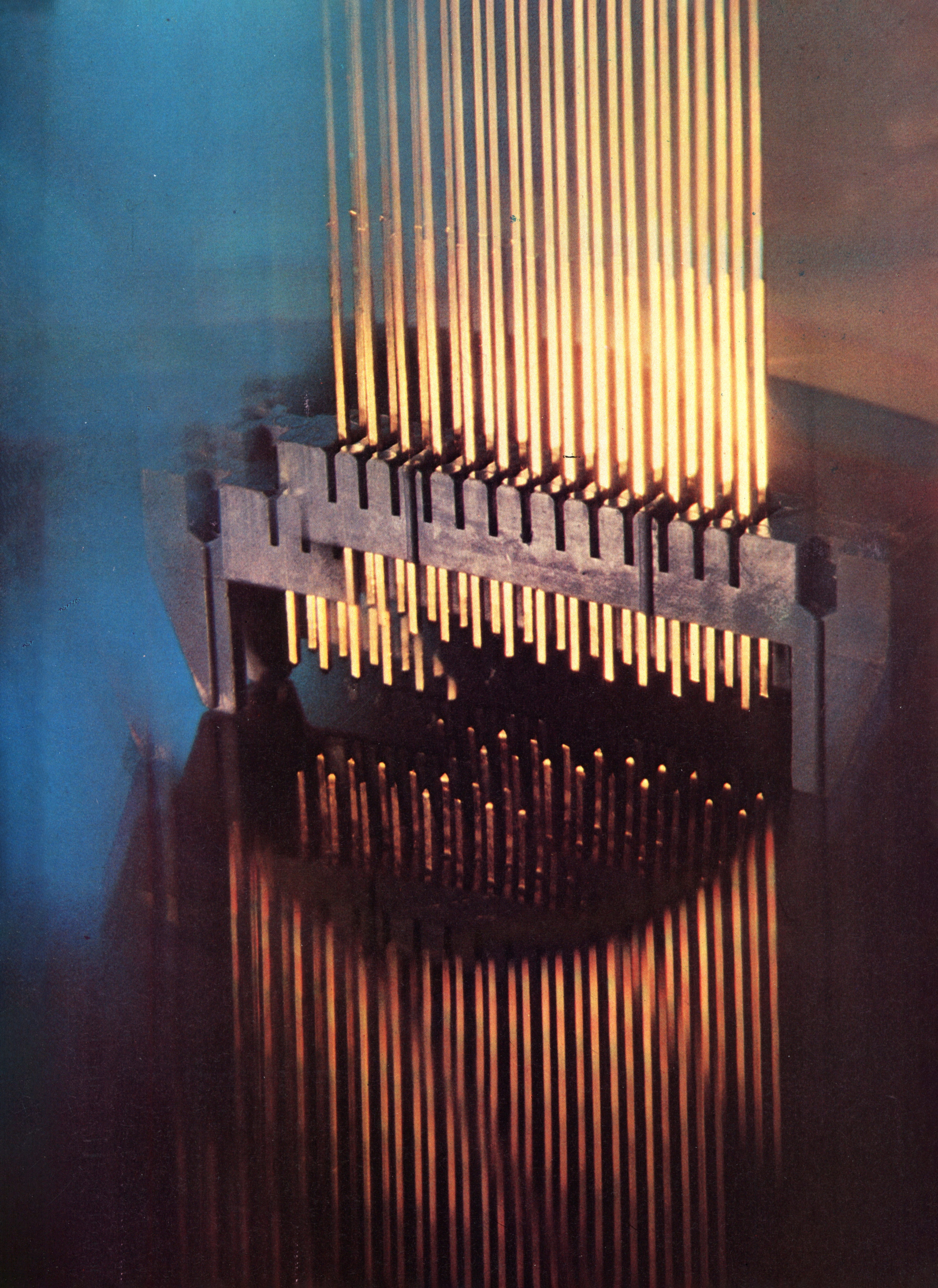
En réalité, les rapports de prix ne dépassent guère 1 à 2 (ce qui est déjà considérable) à l'intérieur d'une catégorie bien définie de matériel, correspondant à un genre d'utilisation lui-même bien déterminé. Nous allons tâcher de dégager les critères de choix, et par là même de classification, qui nous permettront d'y voir plus clair.

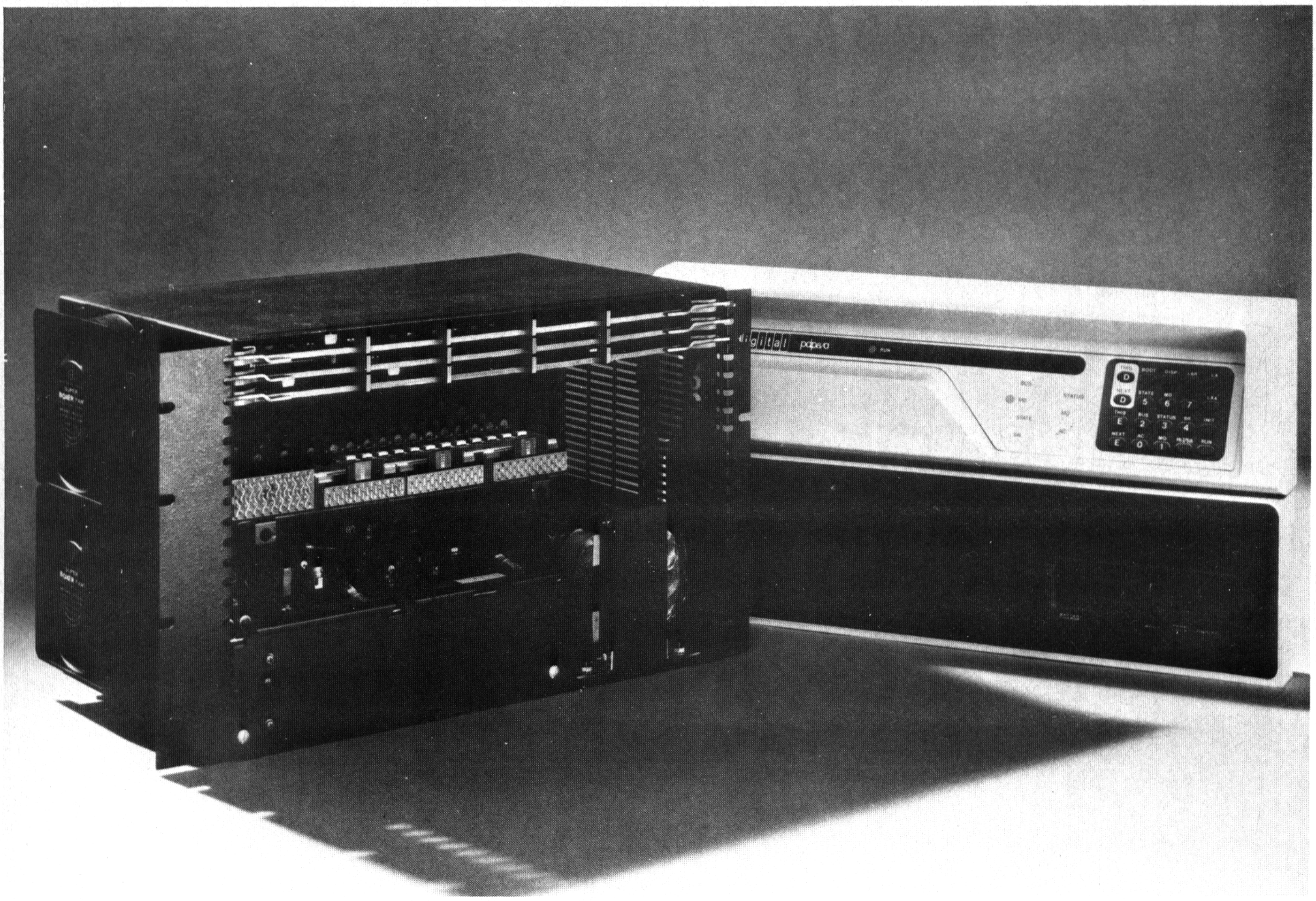
Les périphériques constituent l'un des critères importants, qui se subdivise lui-même bien sûr en :

— *l'écran de dialogue :* il est indispensable dans un petit ordinateur moderne. On voit parfois abusivement qualifier d'écran une barrette de 16 ou 32 caractères lumineux, qui ne donne vraiment pas des possibilités de dialogue suffisantes. Plusieurs machines permettent d'utiliser un moniteur vidéo ou un récepteur de TV comme écran. Ceci est pratique et moins coûteux que les écrans informatiques, qui peuvent de plus être d'un entretien difficile (vérifier la modularité de leurs cartes). Les connexions vidéo sont en général plus stables qu'en UHF, de plus ces dernières peuvent troubler la réception de la TV dans tout votre immeuble : attention aux ennuis ! Le nombre de caractères par écran est optimal autour de 500/800 pour éviter la fatigue en travail continu. Le standard informatique (1920) soulève de plus en plus de critiques à ce sujet. Il ne paraît réellement utile que pour le traitement de texte, afin de juger de la mise en page ; et nécessite alors majuscules, minuscules, accents graves, aigus, circonflexes, trémas et cédilles. De toute façon jugez sur pièce : les lettres doivent être assez grandes, bien contrastées, nettes et bien stables, sans scintillation.

— *Le clavier :* la disposition française AZERTY est évidemment préférable. Les touches de fonction sont une affaire de goût. Notez qu'elles n'apportent pas de possibilités supplémentaires (un ordre quelconque peut aussi bien être tapé sur les touches alphabétiques). La qualité des touches est importante : les durées de vie des contacts vont de 1 à 10 et plus. Les touches à profil bas, ou à déclic audible, ont souvent des vies courtes.

— *l'imprimante :* elle est thermique, à aiguilles (matricielle) ou à marguerite. Le premier type est bon marché, mais le papier est très cher, ne permet pas les doubles et est sujet à effacement par la lumière. Le second type est le plus répandu, il utilise du papier blanc simple ou des liasses multiples : ce sera le bon choix en général, et pour la gestion en particulier. Une tête à 7





Le mini-ordinateur PDP-8/A
de Digital Equipement

aiguilles donne les majuscules, ce qui convient aux travaux courants, et à 9 aiguilles majuscules et minuscules sans accent avec une qualité d'impression meilleure. Le troisième type donne une frappe de très grande qualité, avec accents et autres, mais il est assez lent et plus coûteux. Un dernier conseil : ne lésinez pas sur la qualité de l'imprimante. C'est la seule pièce vraiment mécanique de l'ordinateur, donc le maillon faible de la chaîne. Regardez à l'intérieur pour juger de sa robustesse : tête forgée massive, gros diamètre de la barre de guidage, épaisseur du châssis, c'est facile à voir. Avec aiguilles ou marguerites les prix vont de 7500 à 22000 F H.T. selon le modèle et les frais commerciaux des fournisseurs.

— *les mémoires pour fichiers :* cassettes, cartouches, disques souples, disques rigides. Ce sont elles qui conditionnent en grande partie l'usage que vous pourrez faire de votre ordinateur. Les deux premiers types sont séquentiels, et ne conviennent pas du tout à la gestion : la recherche d'un produit ou d'un client sur la bande demande un temps intolérable en pratique. Ils sont bons pour l'amateur ou le calcul scientifique. Seuls les deux derniers types conviennent à tous usages.

— *cassettes :* Il y en a deux types. Les cassettes audio (mécanismes d'entraînement de magnétophones) conviennent aux amateurs (les mécanismes valent moins de 25 F) car ils n'offrent qu'une fiabilité toute relative, mais ils ont l'énorme avantage du prix. Les cassettes à mécanisme informatique ont eu leur heure de gloire, mais elles sont balayées du marché par les minidisques souples, pas plus chers, mais 100 fois plus fiables et d'un accès incomparablement plus rapide. On n'en trouve plus guère que sur quelques ordinateurs dits « de bureau » de conception ancienne (matériels de 80000 à 150000 F en moyenne, souvent munis de comptes à pistes).

— *cartouches :* à la différence des cassettes type magnétophone, elles comportent un mécanisme intérieur qui les rend nettement plus fiables. Elles ne sont utilisées que par certains ordinateurs professionnels récents, et représentent le dernier sursaut de la bande face au disque souple.

— *disques souples :* c'est le support par excellence pour les fichiers du petit ordinateur. Inventé par IBM, il a rapidement fait école. Il tourne à l'intérieur d'une pochette carrée de 20 cm de côté avec une échancrure de lecture. Capacité initiale 250 à 300 K octets (soit 300000 lettres ou 600000 chiffres, si le langage permet de grouper deux chiffres par octet). Ensuite est apparu (1976) le minidisque souple de 13 cm, capacité 85 K. Considérablement moins cher, avec un mécanisme de 1,5 kg au lieu de 7,5 kg, il a envahi le marché des petits ordinateurs. En 1978 apparaît le disque souple double face (capacité 600 K), qui promet d'être un excellent support de fichier pour PME. Il en sera de même pour le minidisque souple double face (175 K), suffisant à beaucoup, qui va apparaître fin 1978.

— *disques rigides :* ils permettent d'accéder à un niveau de performances supérieur, tant par la capacité que par la rapidité. On n'en trouve que sur certains ordinateurs d'utilisation professionnelle. Si vous débutez par l'acquisition d'un matériel à disques souples, assurez-vous bien qu'il peut recevoir également un disque rigide : c'est un gage d'extensibilité important. Les capacités se mesurent en mégaoctets (millions de caractères), en général 5 ou 10. Il est préférable, en plus du ou des disques rigides, d'avoir des disques souples pour des questions de commo-

dité (sauvegarde chronologique des transactions du jour, chargement des nouvelles versions de logiciel, etc.).

Attention au langage

Deux types d'ordinateurs existent sur le marché : le type ouvert et le type fermé. Une machine ouverte peut se programmer en différents langages, avec une gradation de niveau depuis le langage machine, puis l'assembleur, puis le macro-assembleur, jusqu'à diverses versions de langage évolué (Basic en général). Ceci est obtenu par une mémoire centrale où l'on charge le *logiciel de base,* définissant le langage que l'on désire utiliser. On met le disque souple correspondant dans la machine, et on appuie sur une touche du clavier : le chargement dure quelques secondes, puis on retire le disque pour libérer son unité d'entraînement pour les fichiers. On peut même mélanger les langages pour accroître les performances ou résoudre les cas particuliers : par exemple, un programme principal en Basic pourra utiliser des sous-programmes en assembleur.

Une machine fermée n'utilise qu'un seul langage, en général le Basic. Son logiciel est stocké en usine dans des mémoires ne permettant que la lecture, et non l'écriture : ce sont les mémoires ROM (read only memory). Sur certaines machines on peut rajouter des blocs de ROM pour étendre le Basic par ajout d'instructions, ce qui permet de n'acquérir qu'une version limitée au départ.

Quel que soit le type, fermé ou ouvert, il faut vérifier que le langage comporte les caractéristiques nécessaires à l'utilisation. Nous nous bornerons à un exemple : le Basic, et la gestion (les scientifiques déterminent facilement les fonctions et la précision nécessaires pour leurs travaux particuliers).

En gestion, il est impératif de disposer entre autres des possibilités suivantes :

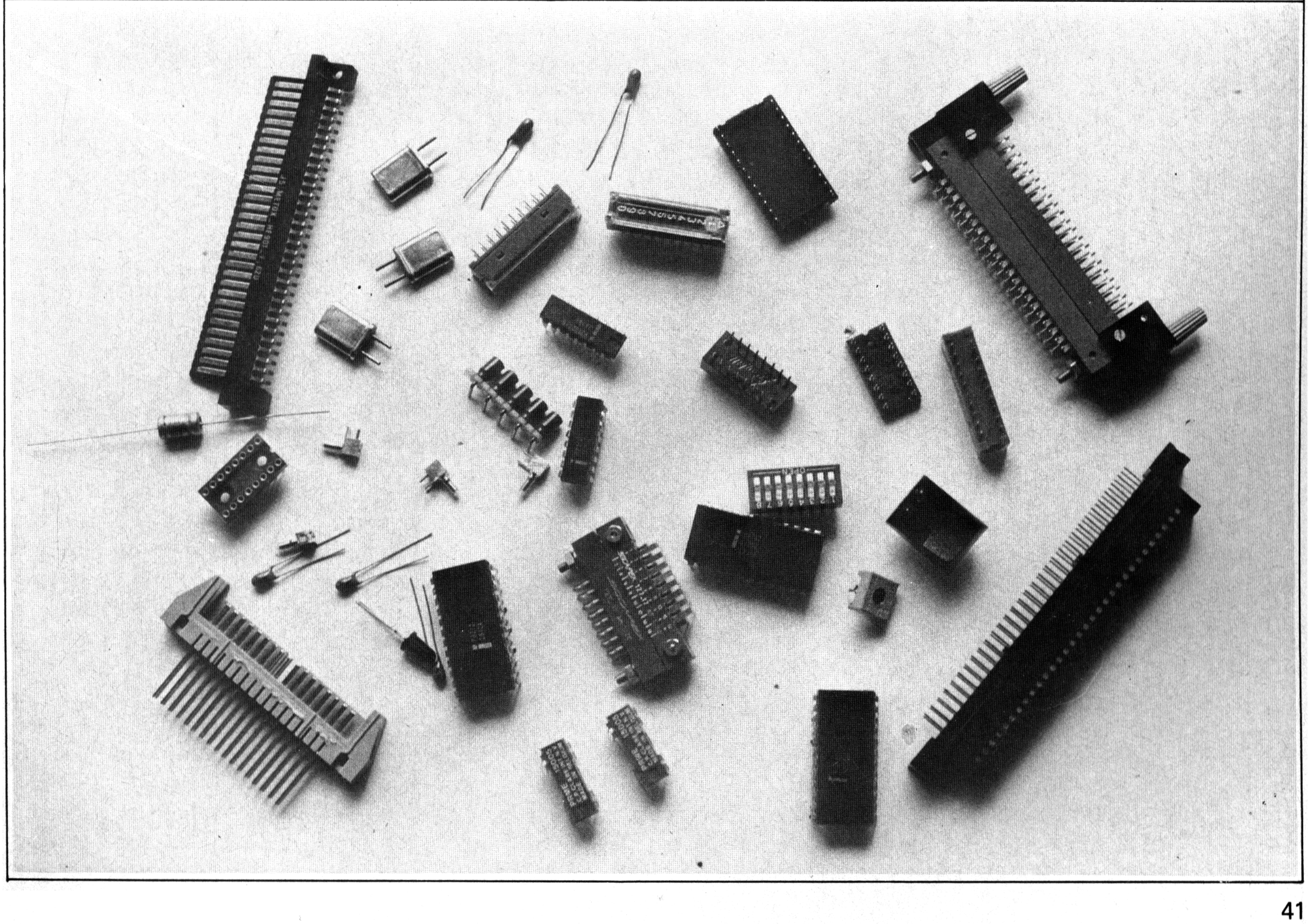
— bon jeu d'instructions de traitement de chaînes de caractères. Un libellé produit, une référence de pièce, un code client, sont des chaînes de caractères. Il faut pouvoir comparer, disséquer, calculer, mesurer, convertir. Le contrôle de numéricité rapide pour l'introduction des données est également important.

— précision suffisante sur les variables numériques pour la comptabilité, sinon les accumulations d'erreurs d'arrondis empêcheront le travail. Il faut que la précision soit 12 ou 13 chiffres, et il est bien préférable que les calculs se fassent directement en décimal (et non en binaire avec conversion).

— impression avec un « format » détaillé, permettant de présenter les documents convenablement. L'instruction PRINT est inadéquate.

L'informatique insolite

Circuits imprimés, circuits intégrés, condensateurs, lampes solides, têtes d'imprimante à aiguille, connecteurs, circuits flexibles, monocristaux, cartes magnétiques, bandes perforées,... Toutes ces « briques » d'une nouvelle et mini-informatique ont permis à Dominique Sarraute de réaliser pour Sciences et Avenir les compositions colorées qui illustrent ce numéro.
Les œuvres précédentes de cette artiste ont été exposées en 1976 au Musée d'Art Moderne et à la Foire Internationale d'Art Contemporain en 1978 à l'UNESCO.



— il est préférable d'avoir des noms variables en clair : NUM-CLIENT ou SOLDE plutôt que A1 ou B3.

— condensation du numérique sur disques souples ou autres par PACK et UNPACK (double presque la capacité de stockage).

— bons ordres de gestion de fichiers sur disques.

— possibilité de simplifier l'écriture directe sur l'écran, par exemple grâce à des ordres du type « remplir selon les pointillés ».

— tableaux de chaînes de caractères.

— instruction de tris de fichiers sur disques (souples ou rigides), elle est indispensable en gestion.

— récupération automatique d'erreurs à l'exécution : il ne faut pas qu'en cas d'erreur l'opérateur ait toute une procédure manuelle de démarrage à exécuter. Le programme doit se rebrancher seul sans rester bloqué.

Fiabilité et maintenance

Autrement dit : le moins de pannes possible d'abord, et les meilleures possibilités de réparation ensuite. Ici, nous abordons un point important, et pourtant rarement discuté. Nous allons donc l'examiner en détail.

Pour le profane un ordinateur est une machine mythique, et on ne met pas en question la qualité d'un mythe. En revanche, pour la voiture, objet combien plus familier, les notes de garagiste et les temps d'immobilisation sont des réalités bien tangibles. Certaines sont d'une robustesse connue, d'autres sujettes à mille tracas, petits ou gros : il en est de même des ordinateurs, et de même on ne peut malgré tout plus s'en passer !

Le développement d'un petit ordinateur fiable dure plusieurs années chez le constructeur. Cette période est jalonnée par une succession d'étapes qui vont de la conception générale, tant matérielle que logicielle, à la réalisation de plusieurs prototypes successifs, puis au passage progressif à l'industrialisation du produit. Celui-ci subit ensuite un débourrage continu, et de nombreuses mises à niveau technique. En effet, il y a loin de l'ordinateur idéal, théorique, conçu sur le papier, à une machine robuste et exploitable en service régulier.

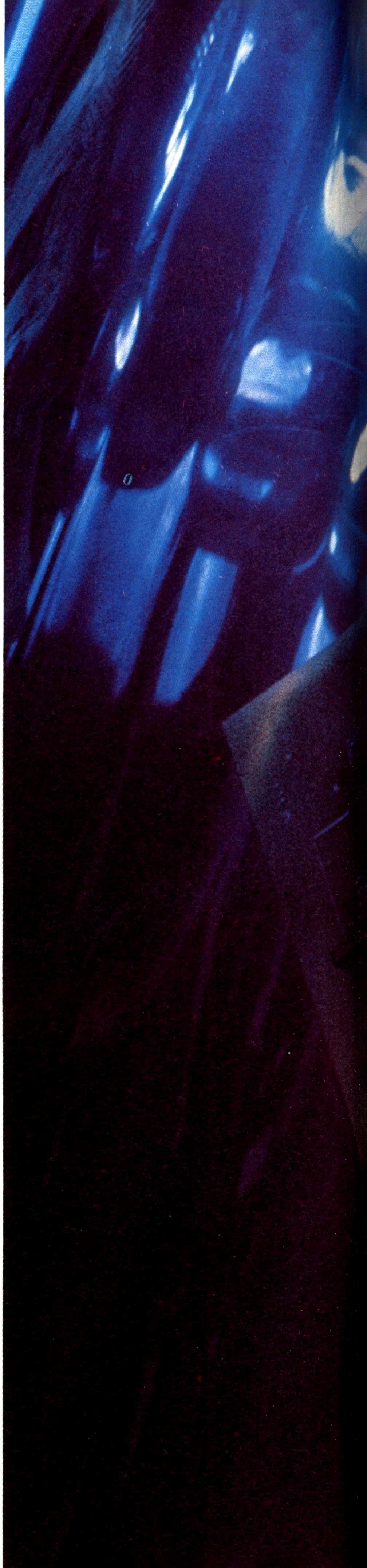
Citons parmi les difficultés rencontrées : tout d'abord la différence géométrique dans l'espace entre le prototype final et le produit fini industrialisé. Cette différence joue sur de nombreux points, aussi bien électrique que mécanique ou thermique, bien entendu. La protection contre les parasites est très importante : les sonnettes, les machines à écrire électriques, les tubes fluorescents, en créent partout et provoquent des erreurs dans l'ordinateur si celui-ci n'est pas spécialement étudié sous ce rapport. Un bon coffret métallique est une des meilleures cuirasses. Attention aux coffrets plastiques « tape-à-l'œil », ils laissent passer tous les parasites.

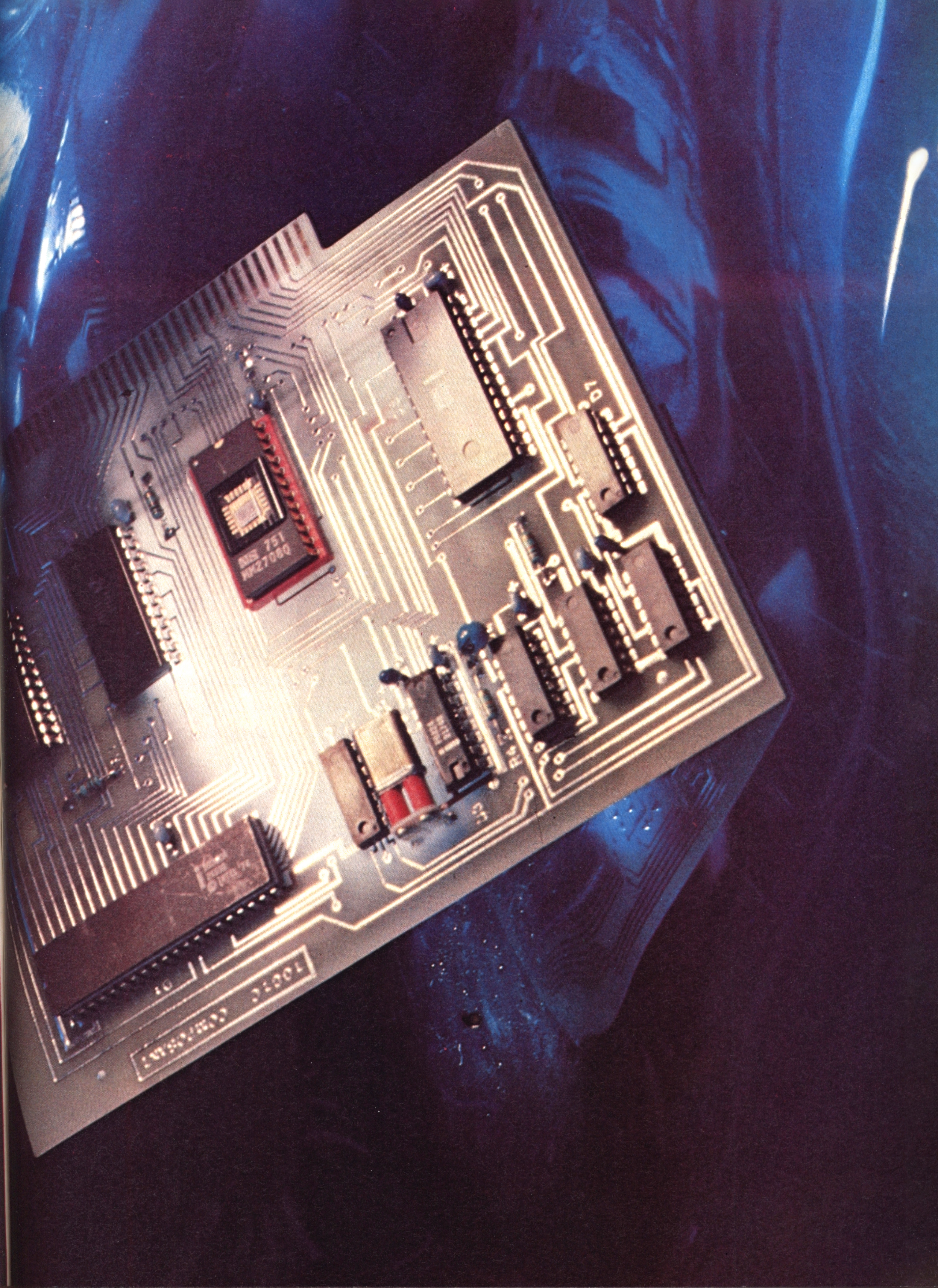
Viennent ensuite les problèmes de circulation d'air et de refroidissement (aucun ordinateur sérieux, n'a de coffrets sans ventilateurs, unité centrale et disques), de sensibilité aux variations de tension secteur, aux microcoupures, à l'électricité statique, à la température, etc. Ce sont bien entendu toutes ces considérations, ajoutées à la qualité des composants de base constituant la machine (comme les circuits imprimés, élément majeur du coût) qui déterminent la fiabilité. La qualité des circuits imprimés s'apprécie aisément dès qu'on a comparé dans deux ou trois marques différentes de machines : bonne transparence du verre-résine, brillant de l'étamage, dorure de tous les contacts et des connecteur. Il faut *regarder* dans les ordinateurs sans crainte du ridicule. La netteté du câblage et de la connectique saute aux yeux, de même que la qualité du transformateur qui doit être bien imprégné de vernis et d'une taille confortable. Un transfo en double C sans empilage de tôle sera le summum. L'importance des condensateurs est essentielle contre les micro-coupures. En plus de ce réservoir d'électricité, les matériels professionnels bien conçus comportent une autre sécurité : la détection de disparition de tension secteur, avec interruption automatique de l'opération d'écriture disque en cours, pour éviter la perte des fichiers. Assez utile, quand on a passé des centaines d'heures à les créer, n'est-ce pas ?

Ne pas perdre la mémoire

Deux types de mémoires à circuits intégrés existent actuellement : les mémoires statiques et les mémoires dynamiques.

Les statiques utilisent des cellules de stockage à six transistors : le courant passe dans deux d'entre eux si c'est un « 1 » qui est stocké, dans deux cartes si c'est un « 0 ». La fiabilité est excellente, au point qu'on a pu abandonner le bit de parité de contrôle utilisé sur les





anciennes mémoires à ferrites. Ces mémoires n'existent qu'avec 4 K bits maximum par boîtier, sont chères et consomment pas mal de courant.

Les dynamiques ont des cellules à trois transistors. La capacité parasite de l'un d'eux est utilisée comme condensateur. S'il est chargé c'est 1, s'il est déchargé c'est 0. Ces mémoires existent en 16 K bits par boîtier, consomment peu de courant, ce qui est intéressant pour les gros ordinateurs, et permettent de faire des modules mémoire bon marché. Mais le « condensateur » se décharge tout seul par ses fuites, et il faut le « rafraîchir »... toutes les deux millisecondes environ. La vitesse de fuite augmente comme la puissance *onzième* de la température ! Quelques points chauds par ci par là dans le coffret, et il n'est pas besoin de décrire la suite. Tout ceci ne va bien que pour les gros ordinateurs, munis de clefs de contrôle complexes, en salle climatisée : lors de l'introduction de sa série Eclipse, Data General qui tenait à la sécurité employa 5 bits supplémentaires de contrôle pour chaque paire d'octets... De la dynamique sans parité en environnement normal, c'est bon pour les ordinateurs familiaux. Le directeur général pour la France du fabricant de composants américains le plus réputé dans ce domaine nous a encore récemment conseillé au moins un bit de parité par octet avec la mémoire dynamique.

Nous ne saurions trop souligner l'importance de tout ceci : les ennuis de mémoire sont les plus délicats à déceler sur un ordinateur, et l'exactitude du déroulement des programmes, donc des résultats obtenus, en dépend directement.

La menace des parasites

Les objectifs de conception diffèrent de façon marquée selon les matériels. L'objectif de conception — très louable par ailleurs — des machines d'amateur et familiales, est d'arriver à mettre des ordinateurs à la portée des particuliers, et tout d'abord à leur portée financière. Ceci n'est pas du tout facile, et entraîne dès le départ, notamment, une recherche d'éléments constitutifs au prix le plus bas, que ce soient circuits imprimés, connecteurs, alimentations ou parfois même les boîtiers intégrés eux-mêmes (de nombreux fabricants écoulent par certains circuits de distribution des composants qui ont été rebutés aux tests sur quelques critères, telle une trop grande sensibilité aux variations de température ou de tension. Ils fonctionnent, mais ne sont pas recommandables pour du matériel professionnel).

Notons un exemple précis : le problème des supports. Il est possible de souder d'un seul coup, à la vague, les circuits imprimés, ce qui est très économique. Mais cette soudure, qui conduit à des risques de détérioration par échauffement et électricité statique, ne peut guère être pratiquée avec les boîtiers directement sur les circuits imprimés, on y met seulement des supports. L'insertion des boîtiers dans les supports se fait après. Autre économie : lorsque le matériel est testé, les boîtiers de trop mauvaise qualité, défaillants dès le départ, pourront être changés en quelques secondes au lieu de devoir être laborieusement dessoudés à la pompe patte après patte. Mais l'ennui de tout ceci est qu'il y a support et support : les prix varient de 1 à 5 selon qu'on va du support plat estampé courant au support décolleté et doré, qui coûte — lui — dix foix le prix du boîtier TTL qu'il supporte ! Or les premiers donneront à coup sûr de mauvais contacts dus à l'oxydation au bout de quelques mois de fonctionnement, compromettant définitivement la fiabilité de la machine, tout spécialement en ville (atmosphère acide), dans les régions humides et au voisinage de la mer.

Il existe bien sûr une autre solution : l'emploi de boitiers premier choix, et leur soudure directe sans supports, par exemple à la main, patte par patte au banc anti-statique protégeant les circuits MOS. Ouvrez un ordinateur professionnel de qualité bien connue, comme un Hewlett-Packard ou une Alcyane MBC : il n'y a pas de supports.

Par ailleurs, le marché de naissance (USA) des machines d'amateur est d'un dynamisme... qui va parfois un peu loin. Les ordinateurs passent de la planche à dessin à la vente en série en trois mois, avec un résultat prévisible : un fonctionnement peu fiable. On voit alors d'étonnantes sociétés aux surprenantes petites annonces fleurir, telles que « si votre XXXX (ici une marque ou une autre d'ordinateur d'amateur bien connue) refuse de démarrer à froid le matin, ou s'il perd des bits dans sa mémoire, achetez nos kits de transformation n°yy et zz ».

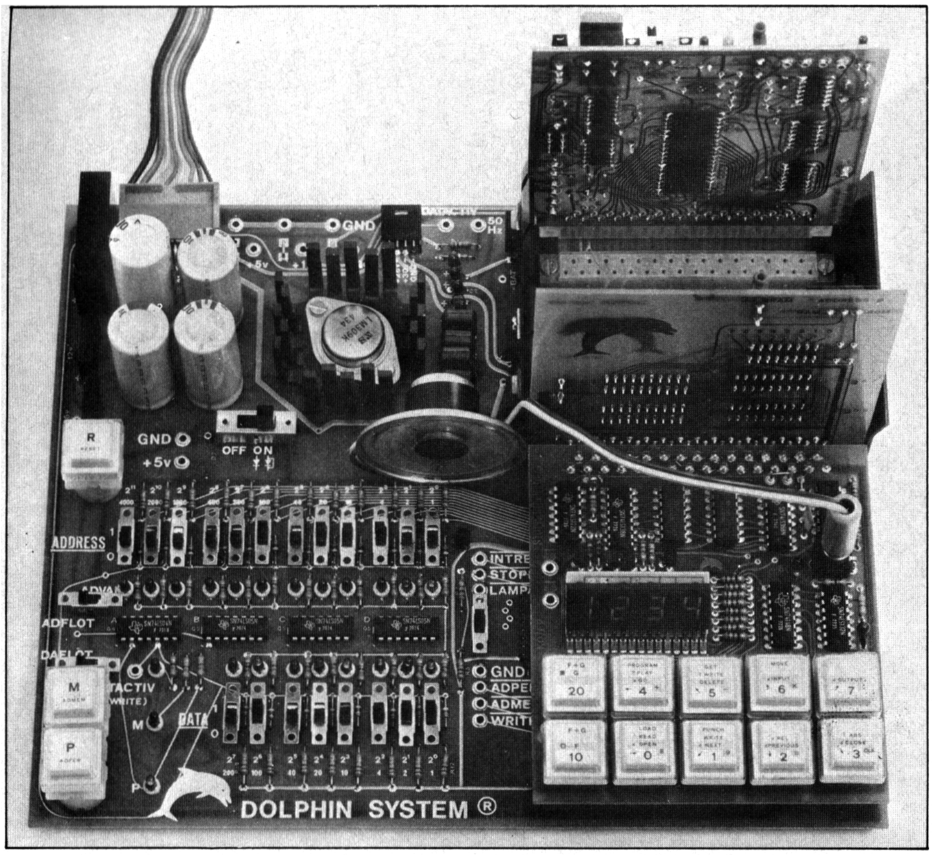
La plus connue de ces sociétés s'appelle... *Parasitic Engineering !*

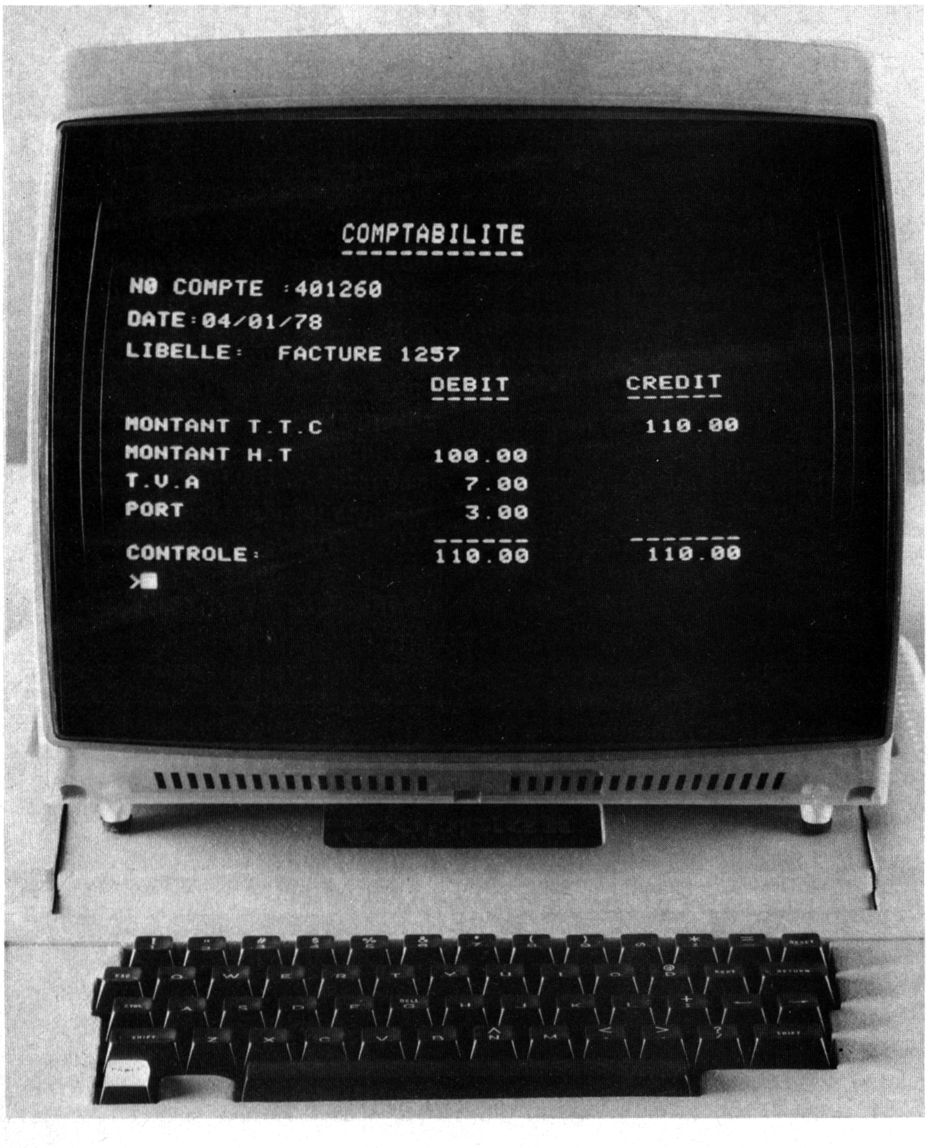
Une concurrence effrénée aidant, l'industrie du compatible, qui a mis si longtemps à apparaître sur les gros ordinateurs, s'est développée ici en quelques mois. Le « bus » d'un des premiers ordinateurs pour amateurs à être vendu en réellement grande quantité, « bus » de dessin très critiqué, est devenu la cible de cartes « compatibles » les plus variées avec lutte acharnée de prix : mémoires, interfaces, processeur même, provenant de plus de cent fabricants différents. Les amateurs constituent ainsi de véritables machines-cocktails : fort heureusement, la plupart d'entre eux sont munis d'un bon arsenal d'oscilloscopes double trace, de fréquencemètres ou d'analyseurs logiques, ce qui leur permet d'arriver à faire marcher ces assemblages hétéroclites qui doivent être « ajustés » un à un, car, si le « bus » est là, aucune norme électrique ni de temps de signaux n'existe ! Régler la chronologie, ajouter des amplifications, chasser les bruits — toutes excellentes distractions d'ailleurs — permet d'arriver patiemment à une machine unique qui marche, à la grande joie de son propriétaire qui aura par ailleurs beaucoup appris dans cette expérience. D'où d'abondants échanges de courrier ou discussions dans des clubs très actifs (comptant parfois 8000 membres comme certain club provincial de la côte Pacifique !) sur les marques de cartes mémoire qui « marchent » mieux, les astuces à employer, etc.

Reste ensuite, pour achever ce parcours du combattant, à adapter un logiciel existant pour pouvoir réellement utiliser tout l'ensemble. Un intéressant article d'un amateur chevronné publié récemment dans *kilobaud,* l'une des revues américaines le plus dynamiques pour amateurs, cite une durée de deux ans pour accomplir la totalité du parcours !

Remarquons que l'un des avantages importants de tout ceci est que l'amateur, ayant appris à connaître à fond son électronique, sera capable de dépanner lui-même sa machine à l'oscilloscope : ceci est souhaitable, les fabricants n'ayant pas mis en place de service d'entretien, vu la nature de leur marché. Les « Computer Shops » importatrices s'efforcent d'apporter une aide de dépannage, mais n'y arrivent que difficilement, vu la multiplicité de provenances de leurs cartes de fabrica-

Un écran de l'Apple II de Dauphin (Suisse).





tions différentes : il faudrait une petite armée de techniciens pour les connaître en pratique.

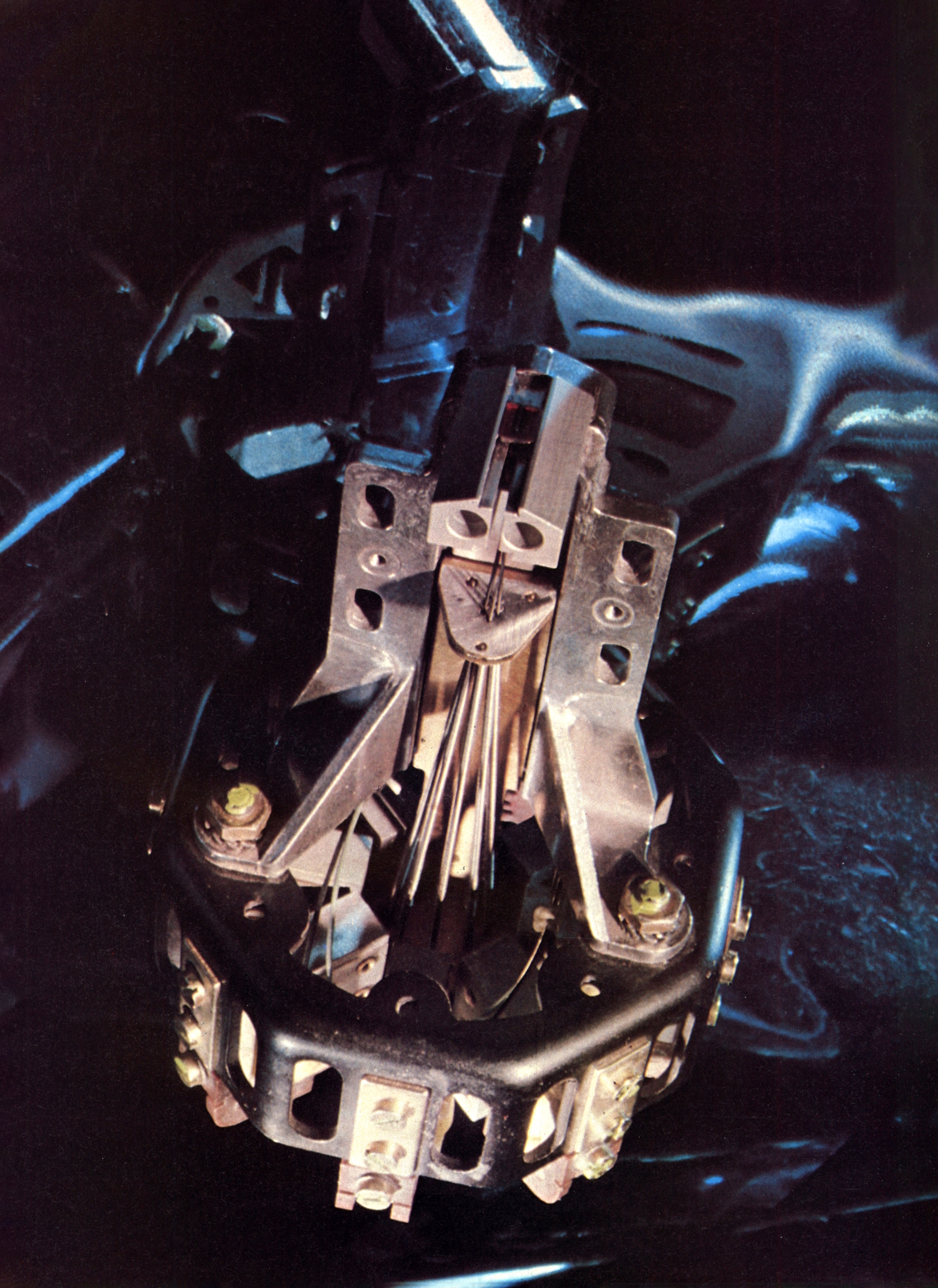
L'objectif de conception du matériel professionnel est, lui, tout autre qu'une simple réduction de coût à tout prix sur le matériel pris isolément. Les clients demandent un contrat d'entretien à prix mensuel fixé, avec intervention sur place. Chaque panne provoque un déplacement de technicien, avec son salaire et les kilomètres de voiture de service parcourus, tous facteurs dont le coût ne fait qu'augmenter de façon visible ! Par ailleurs, le constructeur a une réputation de qualité à défendre, et tout client éventuel ira immanquablement visiter plusieurs utilisateurs du même matériel pour connaître la fiabilité et l'efficacité du service de maintenance, entre autres points. Le constructeur est donc incité à réaliser un matériel qui soit avant tout de qualité, étudié également pour faciliter la maintenance, tout en restant d'un prix compétitif dans sa catégorie. C'est là qu'une conception intelligente lui donnera un avantage, pouvant atteindre 25 %, l'autre facteur étant le choix du système de distribution. Un prix élevé est inséparable d'un service commercial important qui démarche efficacement les clients... Si l'on diminue une deuxième fois de 25 %, on arrive à un prix qui permet de vendre sans aucun service commercial : or c'est justement ces 25 % qu'aurait coûté ledit service commercial. Au royaume de la libre entreprise, c'est au consommateur de choisir où il achète !

Une panoplie diversifiée

A la lumière de tous les critères évoqués, on peut maintenant classer facilement en catégories les nouveaux petits ordinateurs. Nous exclurons de ce classement les petits ordinateurs traditionnels dont les prix sont très élevés, à cause d'une conception ancienne et de divers facteurs historiques de marché, alors que leurs puissances sont souvent assez inférieures à celles des nouveaux petits ordinateurs. Ceux-ci sont construits autour de microprocesseurs de puissances très voisines, au moins pour les catégories 1 à 3, comparables à celles d'ordinateurs classiques moyens de deuxième génération, ce qui n'est pas rien. Sauf mention contraire, tous ces matériels sont américains.

1. *Ordinateurs professionnels*

Leur destination est la Petite et Moyenne Entreprise (PME) ou la Petite



et Moyenne Industrie (PMI), avec une ou plusieurs machines selon la taille ; les agences, entrepôts ou services de grosses entreprises (informatique répartie) ; les laboratoires et bureaux d'étude ; les établissements d'enseignement (gestion et enseignement) ; les hôpitaux, cliniques, laboratoires d'analyse ; les cabinets de professions libérales. Cette liste n'est évidemment pas exhaustive, pas plus que la suivante.

Marques et types : IBM 5100 et 5110, Hewlett-Packard 9830 et 9825, MBC Alcyane (français), R2E Micral (français), Wang 2200, Olivetti P6060 (italien), etc.

Prix : de 35000 à 110000 F H.T. selon configuration, avec clavier, écran, imprimante à aiguilles, Basic de gestion très complet et deux disques souples. Avec disques rigide en sus, de 74000 à 190000 F H.T.

Certaines de ces machines offrent une gamme étendue de modules et d'imprimantes. Presque toutes permettent la transmission de données. Toutes peuvent faire l'objet d'un contrat d'entretien, et s'acheter en leasing. La modularité et l'extensibilité sont différentes d'une machine à l'autre. Environ 50% sont « fermées », et 50% « ouvertes». Les rapports performances/coût varient de 1 à 2 environ. Les qualités sont variables, mais toutes bonnes. Les Basic ont des possibilités assez différentes.

2. *Systèmes de développement micro-processeur.*

Leur destination est l'ingénieur ou le technicien travaillant au développement de matériels électroniques utilisant des microprocesseurs. Les systèmes de développement leur permettent de tester leurs matériels prototypes et de réaliser la programmation correspondante. Leurs matériels sont eux-mêmes soit conçus à partir des composants électroniques, soit assemblés à partir de cartes standard fournies par les fabricants des systèmes de développement. Ces derniers possèdent souvent des possibilités de connexion électronique directe à l'intérieur des prototypes.

Marques et types : Intel (Intellec 80, MDS, ICE-80), Motorola (Exorciser), AMD, Zilog, AMI, Intersil, Fairchild, RCA (Cosmac), Tecktronix (universel), etc.

Prix : comme la catégorie précédente, mais sans disques rigides.

La gamme de périphériques et les langages ne conviennent pas aux applications de la catégorie précédente. Il n'y a pas de possibilité de contrat d'entretien en général (c'est la clientèle qui fait l'entretien elle-même). Ce sont toutes, par nécessité, des machines ouvertes, munies en général de panneaux avant aux nombreux voyants binaires.

3. *Ordinateurs pour amateurs*

Leur destination est l'amateur éclairé en électronique, ou qui désire le devenir en se dotant d'un matériel de bon niveau ; les établissements d'enseignement (enseignement seulement) ; les professions libérales pour applications non critiques (prospection, calcul).

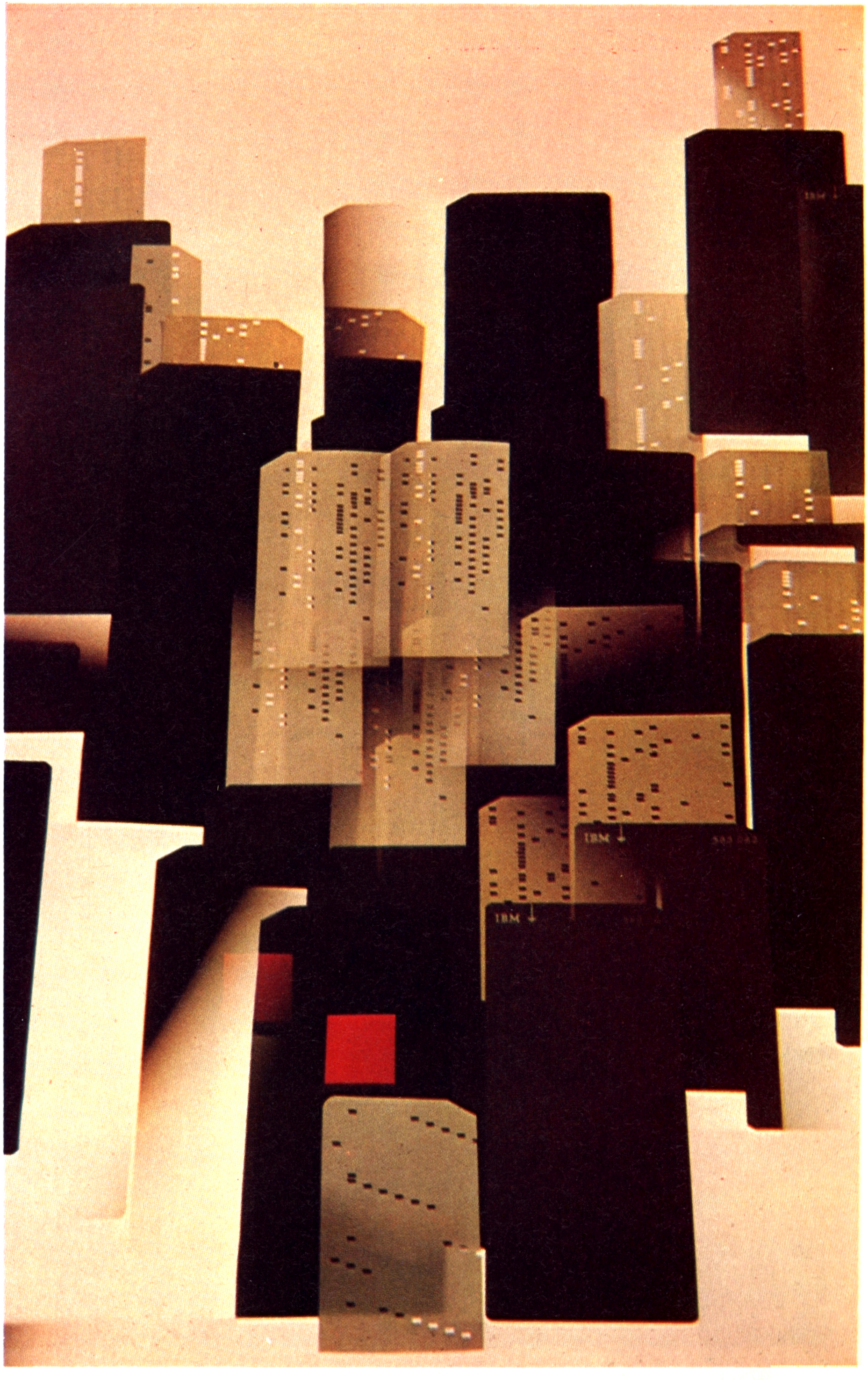
Marques et types : Altair, Imsai, SWTPC, Vector 1, Digital Group, Equinox, Cromemco Z-2, etc.

Prix : de 30 000 à 60 000 F H.T. selon configuration, en kit ou monté, avec clavier/écran, imprimante à aiguilles, Basic moyen, deux disques souples. Pas de disques rigides.

Choix très étendu de modules (sortie vocale, musique synthétique, entrée vocale, affichage couleur, transmissions). Ce sont toutes des machines ouvertes. Les Basic sont très variables en possibilités.

4. *Ordinateurs familiaux*

Leur destination est le couple moderne, sans compétence électronique, et qui désire seulement program-



mer (jeux, calculs, tenue du chéquier familial, catalogues de la collection de disques biorythmes, menus, apprentissage du Basic aux enfants).

Marques et types : Apple II, PET, TRS-80, etc.

Prix : de 6 000 à 18 000 F TTC pour une configuration moyenne, avec clavier/écran noir ou couleur, Basic et deux cassettes audio sans imprimante.

Choix limité de modules. Certaines machines sont ouvertes, d'autres fermées. Les Basic ont des possibilités limitées. La solidité paraît insuffisante pour l'enseignement, en particulier les cassettes ou certains claviers conçus pour des usages peu intensifs.

5. *Ordinateurs didactiques*

Leur destination est l'établissement d'enseignement technique ou informatique ; le particulier passionné d'informatique ; le technicien qui veut automatiser un petit système.

Marques et types : EMR (français), Dauphin (suisse), KIM, Paia 8700, JOLT, Imsai 8048, etc.

Prix : de 850 à 3 000 F HT selon configuration.

Il s'agit d'une ou plusieurs cartes sans coffret, avec interrupteurs ou clavier de 10 à 20 touches, voyants ou 6 chiffres lumineux. Programmation en langage machine octal ou hexadécimal. Parfois possibilité de connecter un magnétocassette. Alimentation en général non fournie.

Choisir en essayant

A la lumière des analyses détaillées qui précèdent, nous pensons que l'utilisateur pourra assez facilement faire son choix. Qu'il vérifie par lui-même les affirmations parfois hâtives des vendeurs, et s'attache à ce qui existe et non à ce qui est « prévu ». Ceci est facile pour les langages, un essai d'une minute montrera bien le fonctionnement d'une instruction Basic, on verra si elle traite ou non les chaînes, et quelle est la précision. De même, on peut tester facilement la rapidité de fonctionnement. Provoquez une erreur à l'exécution (et non en cours de programmation) par exemple en lançant une addition entre un nombre et une chaîne, pour voir la détection et le redémarrage. Essayez les ordres d'ac-

Le Prompt 48 de Intel.

cès fichiers sur disques, etc.

Attention à la publicité mensongère : aux USA, ou la publicité est pourtant dynamique et mordante, ce délit est sévèrement réprimé. Vous ne verrez pas un ordinateur familial proposé pour un autre usage que ceux indiqués ici, mais il n'en est pas de même en Europe. Faire la comptabilité d'une entreprise est une chose sérieuse, légale, et qu'arrivera-t-il si elle ne peut plus facturer ?

Le problème de la PME

Nous lui consacrerons un paragraphe spécial, étant donné pour elle l'importance du choix. Il s'agit tout d'abord de déterminer la « configuration » de matériel souhaitée, c'est-à-dire la taille de la mémoire centrale, la capacité des disques et le type de l'imprimante.

Le langage Basic occupe au départ une certaine place en mémoire, d'autant plus importante qu'il s'agit d'une version évoluée du langage : assurez-vous que vous aurez assez de mémoire libre pour loger vos programmes. 4 K de mémoire libre est un minimum, et il vaut mieux 8 K ou 16 K en pratique.

En ce qui concerne les disques souples, un premier point est à noter : il faut toujours en prendre deux (ou plus) de façon à pouvoir effectuer régulièrement des recopies de sécurité de vos fichiers. Avec les gros ordinateurs, selon les cycles de traitement, on dispose en permanence de 3 à 5 exemplaires des fichiers. Le coût des supports de recopie est négligeable par rapport au travail de re-création des fichiers après incident, et les opérations de recopie se font par un simple ordre Basic en quelques minutes. Lorsqu'on a un disque rigide unique, les recopies de sécurité se font sur disques souples : c'est une solution valable et économique. Deux disques rigides permettent d'effectuer l'opération plus rapidement.

Le choix de capacité des disques est difficile, car de nombreux facteurs interviennent : le mode de travail, la taille des fichiers, et bien entendu le coût de configuration. Un disque de 100 K permet en gros de loger 500 à 1500 produits, ou 400 comptes, ou 2000 écritures, ou 20 employés avec historique de paie, ou 300 clients. Ces chiffres (approximatifs) permettront d'extrapoler pour des disques de capacité plus importante.

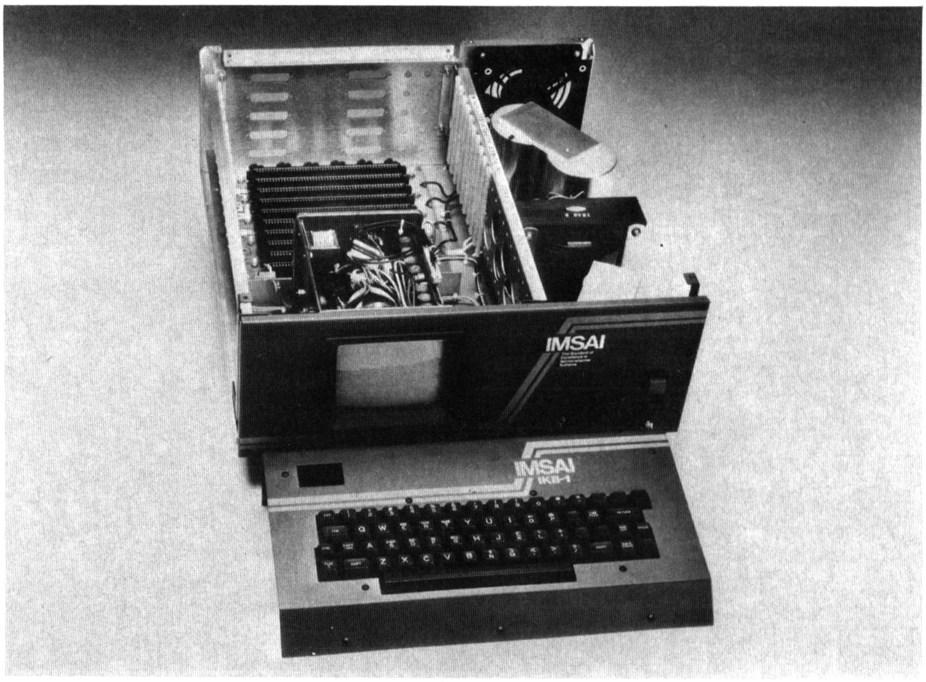
Le principal critère est de connaître les manipulations de disques auxquelles on consent (ne parlons que des disques souples : avec les disques rigides, tous les fichiers pouvant être stockés en général en entier, il n'y a aucune manipulation) : moins on consentira à manipuler, plus le système augmentera de prix. Ou bien on ne mettra en ligne qu'une partie des articles (les plus fréquemment vendus par exemple), et lorsque le programme ne trouvera pas un article, il demandera par message à l'écran de mettre en place (ce qui prendra 10 secondes) un autre disque dont il aura indiqué le numéro d'après une table de correspondance. Si le stock comporte de nombreuses références et que beaucoup d'articles sont à faibles mouvements, cette solution pourra être acceptable. Si l'on veut tout en ligne (disques placés dans la machine en permanence pendant une application donnée) c'est un confort qui se paie, heureusement bien moins cher à présent.

Enfin, en ce qui concerne l'imprimante, cinq critères : type d'impression, nombre de caractères par ligne (également appelé nombre de colonnes), vitesse d'impression, jeu de caractères et entraînement de papier. Nous avons déjà évoqué plusieurs de ces points, et nous n'y reviendrons pas. Le nombre de colonnes sur les ordinateurs classiques est de 132. Cette largeur existe aussi pour les petits ordinateurs, mais 80 est plus courant, meilleur marché et suffit pour factures, relevés, feuilles de paie, listages de stock, etc. Les états comptables peuvent être facilement édités en deux fois 80, au prix d'un interclassement manuel après impression.

L'entraînement de papier doit être à picots (sur le cylindre) ou à tractor (au-dessus de l'imprimante) pour accepter le papier accordéon à perforations latérales d'entraînement (bandes Carol), de façon qu'il puisse se dérouler sans surveillance. On peut employer du papier blanc ou pré-imprimé, ou portant des liasses séparées de formulaires à en-tête société : les présentations possibles sont nombreuses. Certaines imprimantes permettent des caractères élargis (étendus) pour les titres. Enfin, pour les cas spéciaux, il existe des introducteurs frontaux permettant d'alimenter des formulaires en feuille à feuille. De façon générale, nous vous recommandons d'éviter l'option saut de papier par bande pilote : elle complique nettement l'exploitation sans apporter d'avantage réel. Il vaut bien mieux décompter l'avancement du papier en comptant les lignes par programme, c'est plus facile et plus sûr.

Nous espérons que ces quelques conseils simples faciliteront le choix du matériel pour la PME : les petits ordinateurs sont maintenant arrivés à un niveau de prix tel, vis à vis de leurs possibilités, qu'il serait dommage de négliger l'aide efficace qu'ils peuvent apporter. Avec cette année 1978 la plongée des prix s'est progressivement nivelée pour les matériels professionnels les moins coûteux, actuellement vendus sur le marché avec de vraies marges industrielles, donc raisonnables. Le moment est venu pour les utilisateurs de pouvoir en bénéficier. ●

Le PCS 80/30 de IMSAI.



Langages et programmes

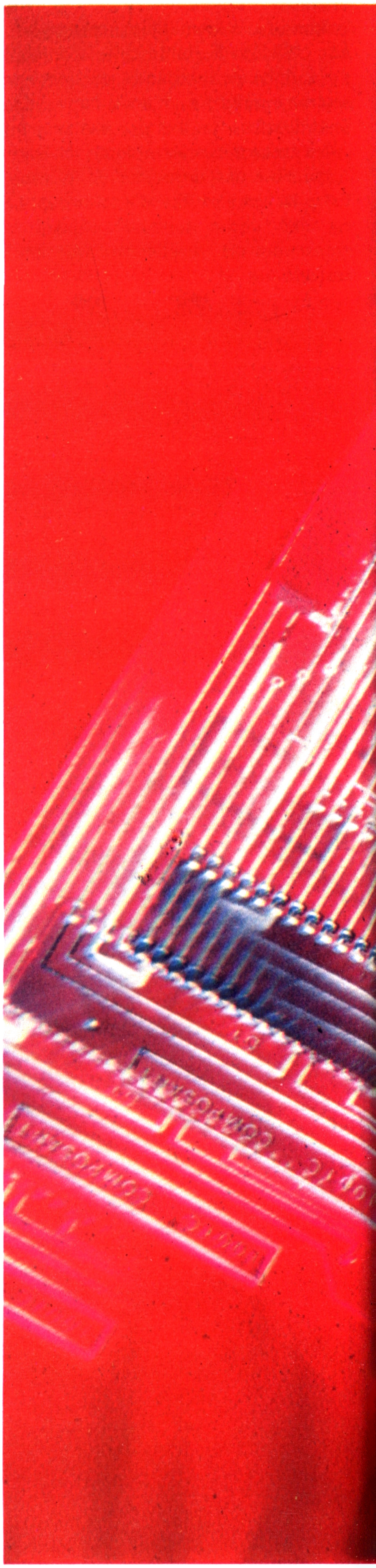
Philippe Lajonie
Ingénieur Conseil

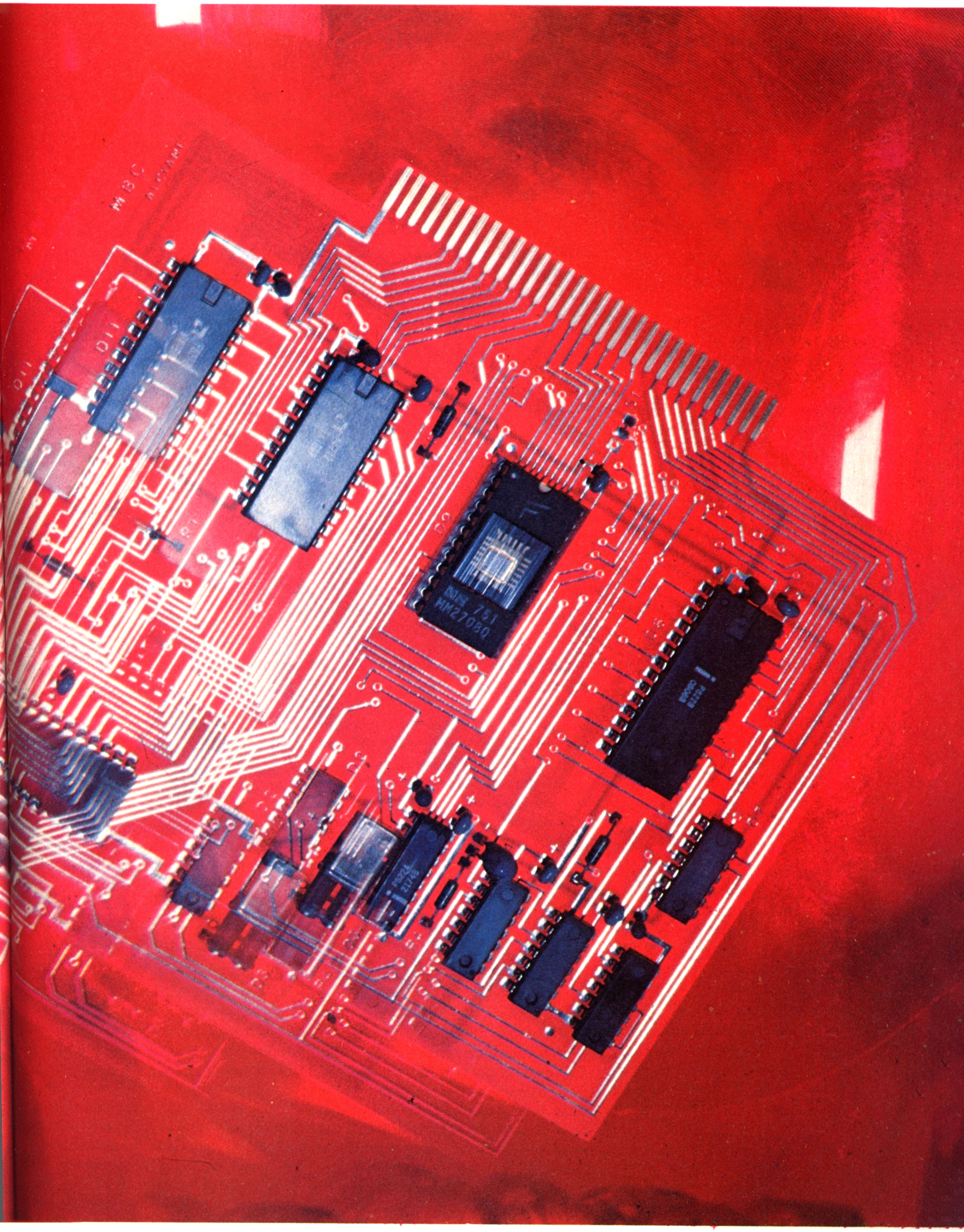
Pour que l'ordinateur réalise les tâches qui lui sont assignées dans l'entreprise, il faut lui fournir des programmes. On peut certes les établir soi-même... On peut aussi acheter des programmes déjà élaborés.

SI l'informatique est par définition la science du traitement des informations, ce traitement nécessite un « outil de travail » et une « méthode de travail ». L'« outil de travail » nous est fourni par le matériel -hadware en anglais- la « méthode de travail- est appelée logiciel -software en anglais- (faut-il rappeler les traductions littérales de hardware et software ? Hardware signifie « quincaillerie », software « confiserie » et proviennent d'un jeu de mots entre hard et dur en français, et soft, doux !).

Le logiciel est constitué d'ensembles d'instructions élémentaires (comparaison de deux valeurs, addition de deux valeurs, impression d'un nombre, stockage d'une valeur sur disque...) qui, une fois introduits dans la mémoire centrale de l'ordinateur, vont assurer les programmes. Un langage de programmation logiciel de base est nécessaire pour écrire un logiciel d'application. Ce langage est une codification qui est « comprise » par l'ordinateur. Il existe de nombreux langages internationaux disponibles : FORTRAN, APL, BASIC... Chaque micro-ordinateur est capable de comprendre un langage unique, certains sont bilingues ou même multilingues.

Le langage BASIC tend à s'imposer dans le domaine des micro-ordinateurs. Ce succès est probablement dû à son aptitude à traiter aussi bien des problèmes scientifiques que des problèmes de gestion. Le BASIC est simple à apprendre pour un débutant, car il utilise un vocabulaire (anglais) limité à une trentaine de mots différents. Un non-informaticien peut-il envisager d'écrire lui-même son logiciel ? Oui sans aucun doute si les problèmes qu'il a à résoudre sont simples (calculs scientifiques ne faisant pas appel à un fichier d'informations complexe, statistiques simples, etc.). Et si les problèmes sont d'un niveau de complexité plus élevé (traitements intégrés, traitements en temps réel, traitements faisant appel à de nombreux fichiers, etc.) ? Oui également, à condition en fait d'apprendre ou de découvrir par tâtonnements le métier d'informaticien. Cette démarche, passionnante sur le plan intellectuel, peut être coûteuse sur le plan financier en comparaison d'autres solutions ! En effet, elle se traduit par des délais importants avant





d'atteindre la phase opérationnelle, et elle absorbe un temps considérable du responsable. L'autre solution consiste, dans les cas usuels, à acquérir des logiciels déjà existants.

De la mémoire à l'imprimante

Les caractéristiques et possibilités d'un logiciel sont liées à celles du matériel. Les progrès technologiques et les cadences de production industrielles permettent aujourd'hui de disposer pour un coût raisonnable des différents organes des « gros » ordinateurs d'hier.

La configuration type retenue comprendra :

— une mémoire centrale de 16 à 64 kilo-octets (programmable en BASIC) ;

— un écran de visualisation de 24 lignes avec 80 caractères par ligne ;

— un clavier genre machine à écrire ;

— une double unité d'entraînement de disques magnétiques (pour stockage) ;

— une imprimante rapide (de 60 à 650 caractères par seconde).

Quelles fonctions le logiciel va-t-il attribuer à chacun de ces organes ?

Mémoire centrale

Celle-ci va accueillir le programme écrit en BASIC et conserver les différentes variables nécessaires à l'exécution du programme. Sa taille va conditionner le niveau de complexité des problèmes que l'on peut aborder, et aussi la rapidité d'exécution des programmes. Une mémoire centrale importante va autoriser les contrôles suivants :

— vraisemblance des informations introduites (ordre de grandeur, longueur...) ;

— existence des codes appelés (code Clients, Produits, Chantiers, Personnel...).

Elle va également permettre de traiter un problème en un seul passage au lieu d'être obligée de l'exécuter par fragments. Cette technique, appelée segmentation d'un programme, provoque un allongement du temps d'exécution.

Enfin, il va être possible d'aborder un traitement intégré. L'intégration consiste à partir d'une seule saisie d'informations (par frappe au clavier) à exécuter immédiatement tous les travaux possibles (par exemple : l'émission d'une facture va provoquer la mise à jour du Stock, du compte Client, du compte Représentant, et des Statistiques).

Ecran de visualisation

C'est par lui que le dialogue Homme-Machine va s'établir (en français !). Il permet à la machine de guider l'opérateur par des questions exprimées en langage usuel. Le système devient alors accessible bien entendu à un non-informaticien, mais aussi à un utilisateur occasionnel. En effet, une fois le système mis en route, l'opérateur a seulement à répondre à des questions dans lesquelles les différentes réponses sont clairement exprimées. C'est également sur l'écran que les réponses frappées par l'opérateur vont s'inscrire, avec possibilité de retour en arrière pour correction avant d'être enregistrées par le système.

L'écran peut être utilisé pour toutes les consultations qui ne nécessitent pas une trace écrite (économie de papier). Un compte Client ou une fiche de Stock peuvent être visualisés sur l'écran.

Disques magnétiques

Les disques magnétiques (encore appelés mémoire de masse) assurent le stockage aussi bien des fichiers que des programmes. Ils sont caractérisés par une capacité allant de 100 000 octets à 50 Méga octets, et par une vitesse de lecture ou d'écriture variant de 0,5 à 0,035 seconde. Ces disques sont amovibles. Normalement rangés dans des boîtes ou une armoire, on les insère dans les unités d'entraînement avant un traitement. On dit alors qu'ils sont « en ligne », c'est-à-dire immédiatement accessibles par la machine... qui ne saurait aller les chercher elle-même sur une étagère. L'utilisateur, lui, le peut, en réponse par exemple, à un message sur l'écran lui demandant de mettre en place le disque « Clients Seine-et-Marne ».

L'encombrement des programmes sur les disques est en général faible, c'est celui des fichiers qui est déterminant. Dans de nombreux cas, un fichier sera réparti sur plusieurs disques qu'on mettra tour à tour dans la machine au cours du travail. Cette solution est la plus économique, car elle permet de se contenter de disques de capacité unitaire modeste.

Dans une application, pour évaluer l'encombrement total des fichiers avant de choisir un modèle de disque, il faut savoir qu'un octet peut contenir deux chiffres ou un caractère alphabétique. La possibilité pour un système de disposer « en ligne » de tous les fichiers nécessaires à un traitement donné autorise les traitements intégrés en temps réel. Les fichiers peuvent alors être consultés et mis à jour instantanément.

On élimine ainsi le risque de rentrer des informations qui seraient rejetées ultérieurement par le système au moment du traitement. Par exemple : dans une application comptable, après avoir introduit le code d'un compte, son existence est immédiatement contrôlée et le libellé complet du compte apparaît à l'écran pour vérification. Sinon, dans le cas d'un traitement « par lots » (batch-processing), les codes sont enregistrés tels quels et ce n'est qu'au moment de la mise à jour des comptes, quelques semaines plus tard, que leur existence peut être vérifiée. En cas d'inexistence, l'opération est alors rejetée, entraînant un retard et la nécessité d'une correction.

Un mot sur la double unité de disque ; elle se compose de deux unités de disque identiques et est rendue nécessaire pour des raisons de sécurité. En effet, c'est le seul moyen de «dupliquer» un disque intégralement et rapidement (entre 3 et 10 minutes par disque). Cette opération est très importante pour pouvoir se protéger des conséquences d'un incident (panne de matériel extrêmement rare mais théoriquement possible) ou d'un accident (vol, incendie, inondation). Cette opération de duplication se fait en mettant le disque à copier sur un unité et un disque vierge sur l'autre.

Imprimante

Elle assure toutes les impressions sur du papier pouvant avoir un format variable. Il est possible d'imprimer de un à six exemplaires simultanément.

Les logiciels prêts à l'emploi

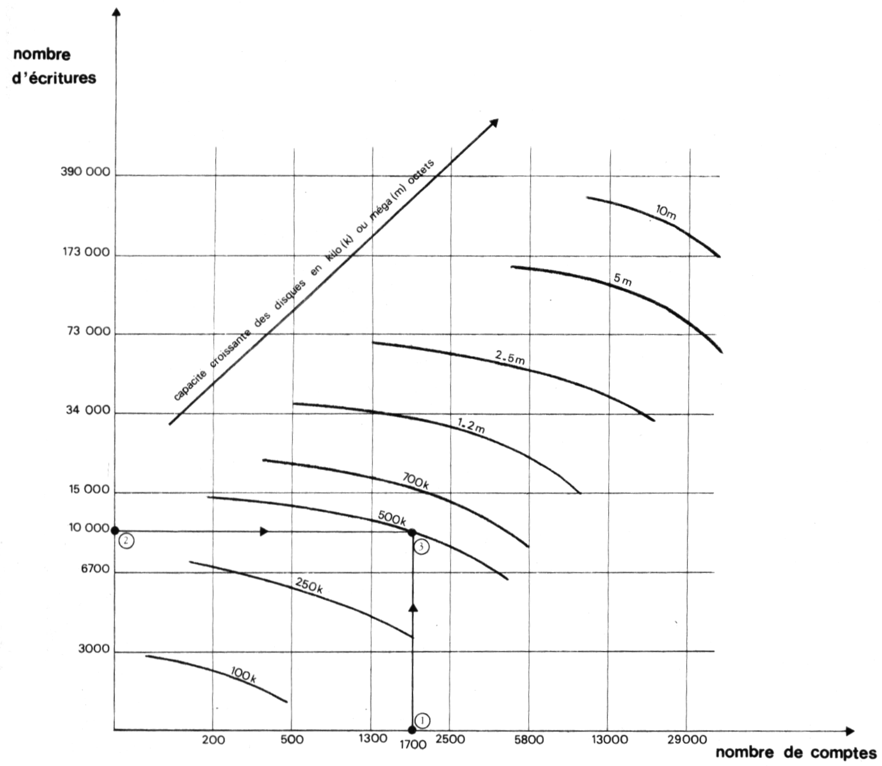
Il existe des logiciels standards dénommés « progiciels » (contraction de produit et de logiciel) ou « packages », dans les domaines d'applications clés de l'activité économique, évitant ainsi de faire un investissement important en les faisant réécrire par un homme de l'art ou en les écrivant soi-même. Ces logiciels couvrent principalement le domaine de la gestion, et d'autres spécialisés tels le bâtiment, le génie civil, par exemple.

Comptabilité générale

L'objet de ce logiciel est, à partir d'une saisie unique du minimum d'informations, de dégager le comptable et l'expert comptable de tous les travaux ayant un aspect automatique.

Malgré l'importance de ces travaux, la machine ne fera jamais tout ; elle ne peut pas décider sur quel compte d'investissement affecter un achat, ni comment organiser les provisions.

Le système type retenu permet, bien entendu, un traitement en temps réel. Les comptes (aussi bien les comptes de



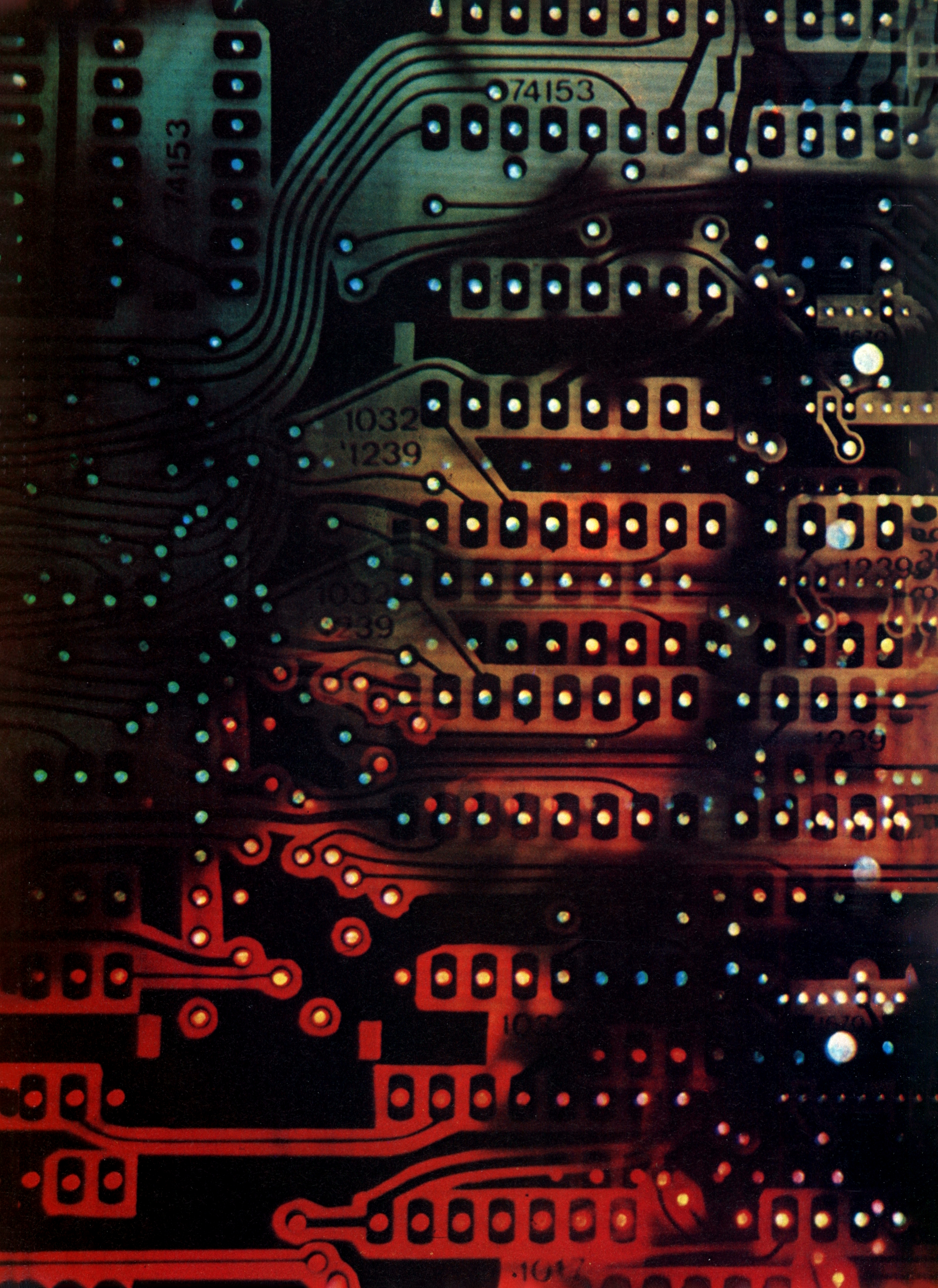
tiers que généraux) sont donc en permanence à jour des dernières opérations introduites. Le chef d'entreprise peut suivre quotidiennement ses comptes financiers ou les impayés.

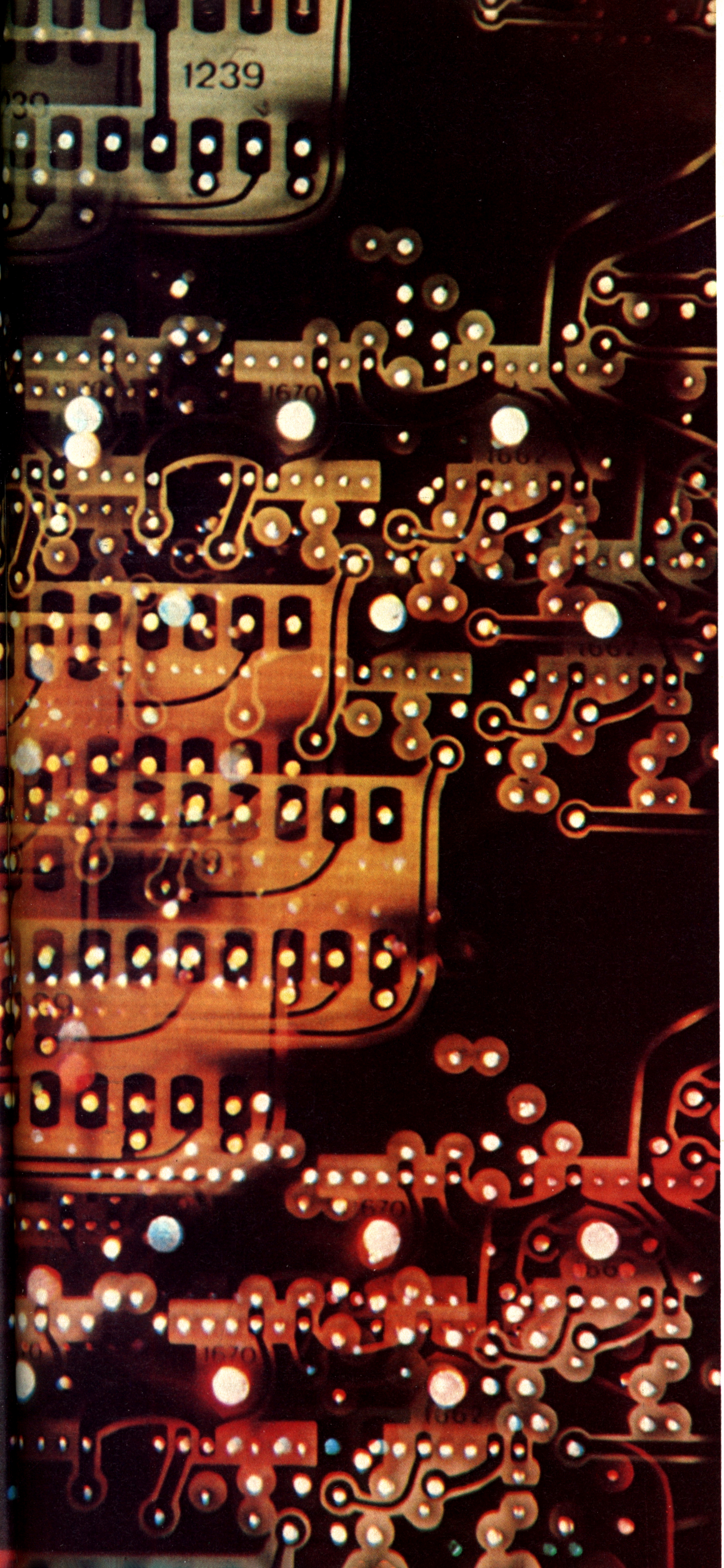
La tenue de la Comptabilité générale est assurée par trois séries de programmes :

— *Mise à jour manuelle des fichiers* (par frappe sur le clavier).

• Création du plan comptable : chaque en-tête de compte comporte un code de repérage numérique de un à huit chiffres, correspondant au plan comptable, et un libellé d'une trentaine de caractères. La possibilité de codifier au moyen d'un nombre de longueur variable permet de créer un plan comptable « à la carte » avec des sous-comptes de totalisation. Par exemple : si tous les comptes Clients à l'exportation commencent par le préfixe « 4110... » le simple fait de créer un

La capacité de disque nécessaire pour une application de comptabilité générale dépend du nombre maximum de comptes et du nombre maximum d'écritures que l'on souhaite stocker sur le disque. Exemple : une comptabilité de 1 700 comptes1 et de 10 000 écritures2 demande une capacité minimum de disque de 500 K3.


74153
74153
1032
1239
1032
1239
1239



compte « 4110-Client à l'exportation » va provoquer lors des éditions de balances l'impression d'un cumul concernant tous ces Clients. Il devient alors possible, dans une certaine mesure, d'utiliser la comptabilité générale à des fins analytiques sans travail supplémentaire.

• Mise à jour du fichier comptable. Saisie des journaux. C'est le programme le plus souvent utilisé. Il assure la saisie des journaux en contrôlant l'existence des comptes appelés. En cas d'inexistence, deux cas possibles : ou bien il s'agit d'une erreur de frappe, et le système demande la correction du code primitivement tapé ; ou bien il s'agit d'un nouveau compte à créer, et le programme demande le libellé du compte qui est alors créé avant de recevoir sa première opération.

Pour chaque journal, l'opérateur a la possibilité d'indiquer en début d'exercice les schémas des opérations les plus souvent utilisées. Chaque schéma comprendra des numéros de compte, complets ou non, évitant de retaper pour chaque opération les mêmes codes ou préfixes. Par exemple, le schéma d'une vente pourra être :

41...	7 000	4366
Débit TTC	Crédit HT	Crédit TVA
	________F	________F

L'opérateur n'aura alors qu'à compléter le préfixe du code Client et à indiquer les valeurs HT et TVA de la facture. Les comptes peuvent être soit mis à jour avec toutes les informations attachées à une opération :

— valeur en débit ou crédit ;

— date de l'opération ;

— date d'échéance (pour échéancier ou relance automatique) ;

— libellé de l'opération (détaillée ou abrégée) ;

— n° de pièce (pour lettrage automatique)

soit seulement mis en cumul par mois pour les comptes généraux qui possèdent un journal de détail.

Le journal est imprimé simultanément à la saisie.

— *Editions*. Ces programmes autorisent l'impression du fichier comptable sans le modifier après des tris systématiques ou des tris demandés par l'opérateur au moment de l'appel.

• Consultation d'un compte : à partir du code d'un compte celui-ci est immédiatement visualisé à l'écran avec son nom, le détail des opérations qu'il contient, les cumuls débit et crédit, et le solde. En cas de besoin, une impres-

sion sur papier peut être obtenue immédiatement.

● Grand livre : ce programme édite tout ou partie des opérations concernant une série de comptes choisis par l'utilisateur. Il est possible de filtrer certains comptes comme, par exemple, ceux qui sont soldés, ou certaines opérations soldées également pour diminuer la consommation de papier et la quantité de documents à consulter.

● Balances : cinq balances peuvent être demandées : client, fournisseur, gestion, bilan, générale.

Les cumuls correspondants aux sous-classes créées au niveau du plan comptable sont édités automatiquement.

● Bilan : le bilan est édité selon la logique et la présentation du plan comptable général. Cette édition peut être demandée à n'importe quel moment de l'exercice, et procurer par exemple un tableau de bord mensuel.

- *Mise à jour automatique des fichiers :* cette série de programmes prend en charge la maintenance des fichiers pour les traitements automatiques ne demandant aucune introduction des données.

● Lettrage automatique et manuel : ce traitement va regrouper, à l'intérieur de chaque compte de tiers, toutes les opérations possédant le même numéro de pièce (par exemple : le numéro de facture qui aura été introduit bien entendu au moment de la saisie de celle-ci, mais également rappelé en même temps que toutes les autres opérations relatives à cette facture : avoir, règlement).

Une comparaison est opérée entre les débits et les crédits. Si le solde est nul, toutes ces opérations vont recevoir la mention « soldée » qui permettra de les ignorer au cours des éditions par exception, ou de les comprimer pour gagner de la place.

Dans le cas où un lettrage automatique n'est pas possible (règlement groupé de plusieurs factures), un programme permet de faire des rapprochements en désignant individuellement les opérations concernées.

● Compte d'exploitation générale : ce traitement évite de passer l'opération diverse qui permet de constituer le compte d'exploitation générale en fin d'exercice. Ces écritures générées par le programme sont éditées sous forme d'un journal d'OD.

● Clôture d'exercice — Ouverture d'exercice : il s'agit d'effectuer automatiquement toutes les opérations qui ne demandent aucune initiative.

● Suppression des comptes ou des opérations soldées : c'est un programme de « nettoyage » qui assure, soit pour des motifs de manque de place (fichier presque plein), soit pour des raisons de clarté des comptes, la suppression des comptes soldés ou des opérations soldées. Dans le cas de suppression d'un compte soldé, celui-ci est préalablement imprimé pour être archivé.

Avant de supprimer à l'intérieur d'un compte les opérations soldées, celles-ci sont, de même que les comptes soldés, éditées pour classement, puis comprimées à l'intérieur du compte sous forme d'une seule opération comprenant les cumuls débit et crédit des opérations supprimées.

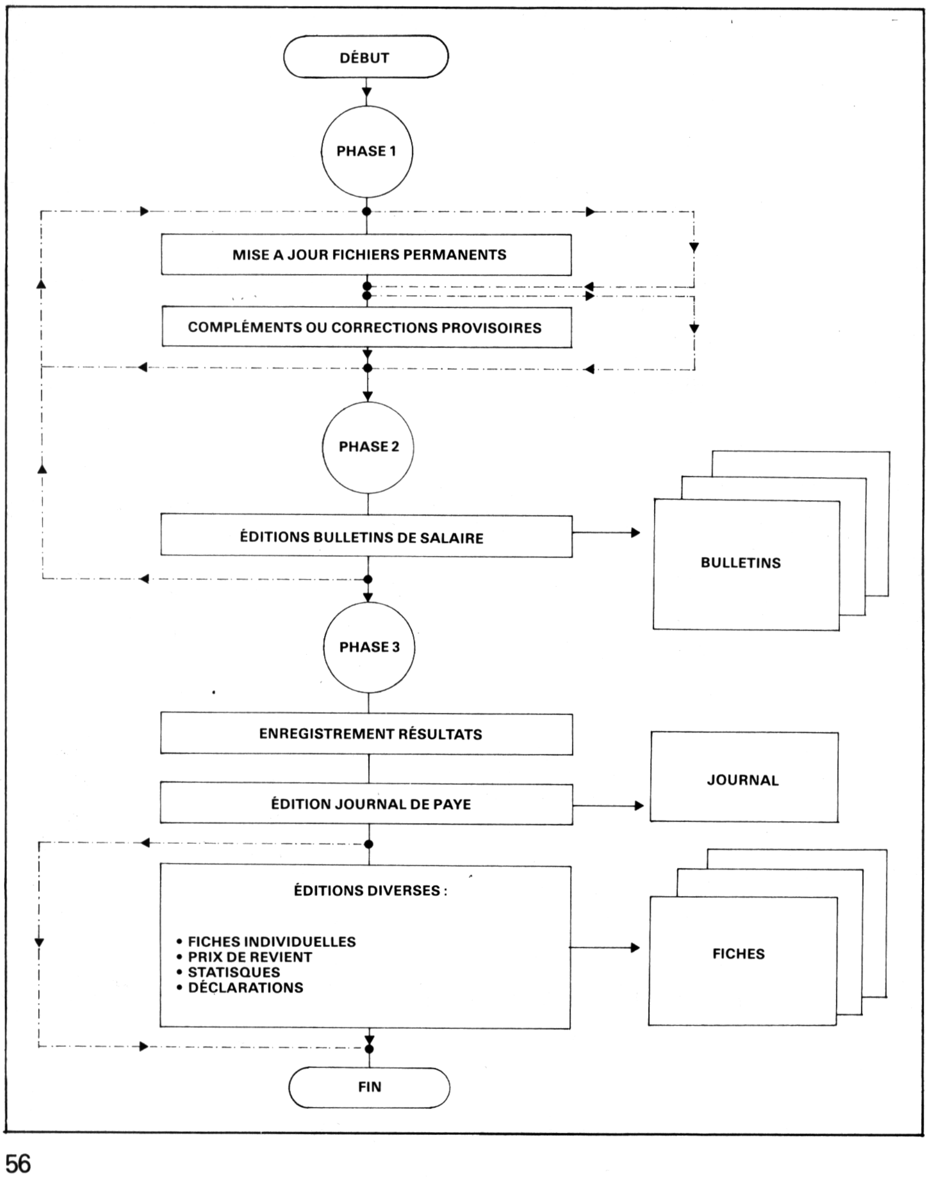
Ce module de comptabilité générale peut être complété :

— en amont par un programme de facturation qui va générer automatiquement le journal de vente et la mise à jour comptable ;

— en aval par un programme de relance automatique des Clients. Ce programme nécessite de compléter le libellé d'un compte par une adresse et certaines informations commerciales. Il assure l'édition d'un relevé de compte des impayés par échéance, et d'une lettre de rappel dont la forme peut être personnalisée en fonction du retard et du nombre de rappels déjà envoyés.

Comptabilités spécialisées : il existe des logiciels spécialisés répondant aux particularismes de certaines professions. C'est le cas, par exemple des laboratoires d'analyses médicales, des assureurs, des notaires...

Dans le cas de la comptabilité notariale, le module de comptabilité peut venir en aval d'un programme de rédaction des actes dans lequel tous les éléments variables nécessaires au calcul des taxes sont connus. De plus, un tableau de bord journalier sera édité automatiquement.



Paie

Contrairement à la comptabilité générale, où tous les éléments sont stables et bien déterminés, le traite-

ment de la paie est sujet à des tâtonnements liés aux risques d'erreur d'interprétation humaine. Le temps réel ne peut donc s'appliquer intégralement sans risquer d'être une contrainte. Nous allons donc en fait manier le temps réel et le traitement par lots en découpant la chaîne mensuelle en phases distinctes. Ce découpage permet notamment de corriger immédiatement les éléments d'un salarié et de rééditer son bulletin de paie sans attendre le mois suivant pour faire la correction.

La première phase permet, soit de faire des corrections définitives des fichiers permanents (taux horaire, taux de cotisation, primes, entrées, départs...), soit de modifier ou de compléter, pour le mois en cours seulement, des informations provisoires (vacances, heures supplémentaires, horaire variable...).

Dans le cas où aucune variation n'intervient d'un mois à l'autre, la phase deux est exécutée directement.

Ces fichiers permanents ou provisoires sont, bien sûr, enregistrés sur disques magnétiques.

A partir de ces fichiers, la phase deux va exécuter l'édition automatique des bulletins de salaire sur papier préimprimé ou non. Dans le deuxième cas, plus économique, le cadre est imprimé en même temps que le texte. Ce bulletin va comprendre, pour chaque salarié, les rubriques qui le concernent, avec pour chaque rubrique les informations suivantes :

— n° de code (en tout une centaine de codes différents) ;

— libellé du code (chaque utilisateur introduit, une fois pour toute les libellés qu'il désire voir apparaître sur le bulletin) ;

— base ou nombre d'unités, plafond (éventuellement), taux ou pourcentage de retenue, valeur du gain ou de la retenue.

Ce système permet de traiter les paies les plus complexes, comme celles du bâtiment par exemple.

En même temps que le système calcule et imprime le bulletin du salarié, il comptabilise toutes les charges patronales pour obtenir le prix de revient exact de la paie de chaque employé. Cette information peut être utile pour établir le prix de revient exacte de la paie de chaque employé. Cette information peut être utile pour établir des prix de revient précis.

Une fois les bulletins édités, des erreurs ou omissions peuvent être détectées par le responsable ou l'intéressé. Il est alors possible, comme il est dit précédemment, de corriger les fichiers immédiatement et de rééditer le ou les bulletins concernés.

Une fois tous les bulletins considérés comme satisfaisants, le journal de paie est imprimé (éventuellement un bordereau de virement pour les banques) et les fichiers historiques sont mis à jour.

Le disque souple inventé par IBM a rapidement fait école. Il tourne à l'intérieur d'une pochette carrée de 20 cm de côté avec une échancrure de lecture. Sa capacité initiale est de 250 à 300K octets (soit 300 000 lettres ou 600 000 chiffres).

C'est la troisième phase. Ces fichiers historiques vont contenir mois par mois, employé par employé, le détail des différents codes présents dans leur bulletin. Ces informations vont permettre d'imprimer à la demande :

— les fiches individuelles, les fiches de fin d'année, les relevés de droit aux congés payés, des statistiques (par mois, par code, par section...) utiles pour la gestion, et de réaliser sans aucun calcul supplémentaire, les différentes déclarations aux Caisses ou à l'Administration.

Ce module de paie peut être relié en

amont à une saisie de rapport d'activité permettant en même temps d'affecter les heures à une section de production ou à une affaire. Une fois la paie terminée, ces heures affectées sont chiffrées grâce au prix de revient de chaque employé, calculé en même temps que la paie. Il peut être relié en aval à une mise à jour automatique de la comptabilité.

Encombrement sur disque : prévoir 5 000 octets par employé.

Facturation clients

Il s'agit du type d'application où le traitement intégré en temps réel procure le plus d'avantages.

Nous prenons la chaîne des traitements au niveau de la saisie des bons de commande. Pour chaque bon, nous allons contrôler l'existence du client en l'appellant par son code. S'il existe, son nom et son adresse apparaissent à l'écran pour contrôle. Une fois l'identité reconnue, le système va vérifier que la position comptable du client permet d'accepter ou non une commande (encours trop élevé ou contentieux possible). Ensuite nous allons saisir, pour chaque ligne du bon, le code de l'article : le libellé s'inscrit sur l'écran ; contrôle visuel. La quantité est introduite : contrôle automatique du stock. Apparition sur l'écran d'un prix unitaire de vente qui peut être fonction de la quantité commandée ou du client. Ce prix peut être repris tel quel, ou modifié pour le bon en cours.

En pied du bon : saisie éventuelle de conditions spéciales (remise, frais de port...).

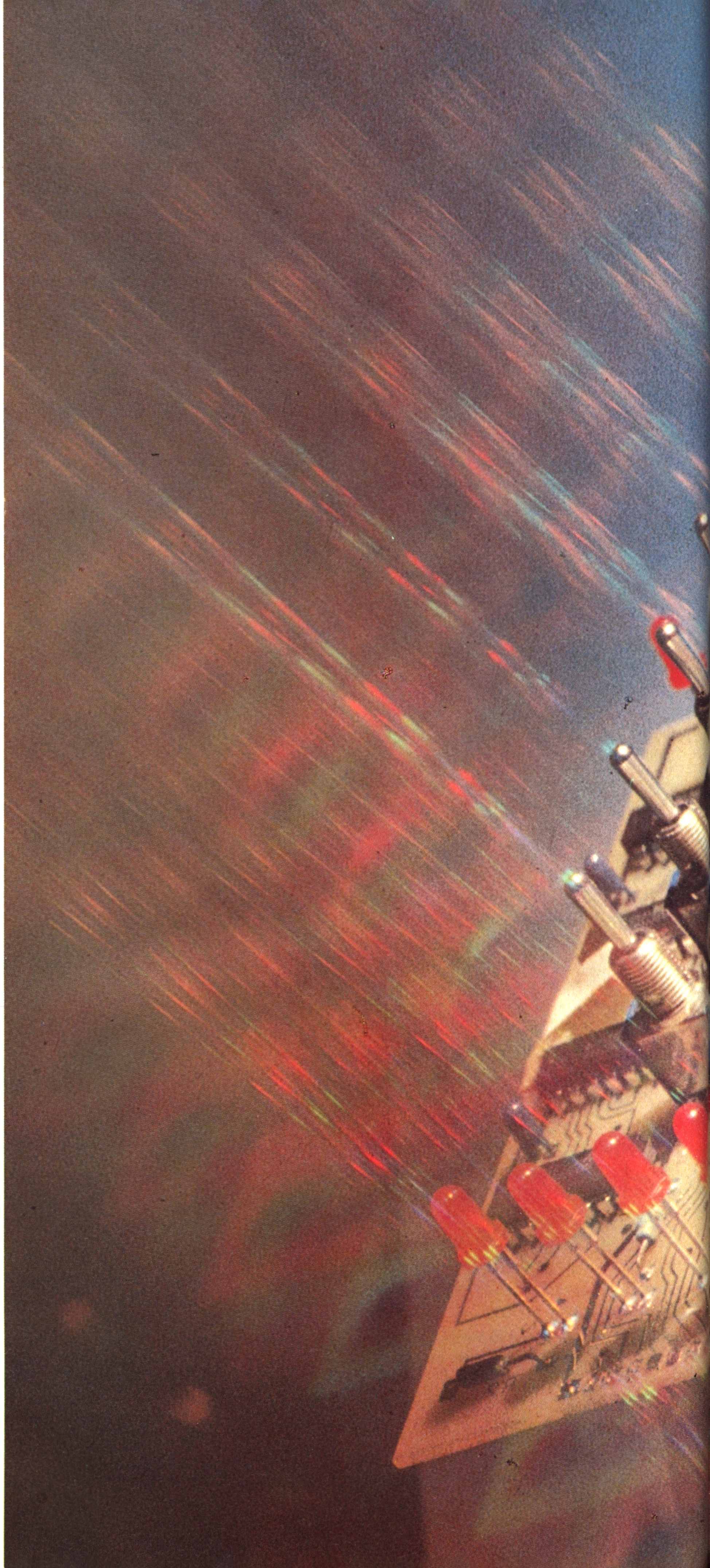
Après validation du bon de commande, les mises à jour des fichiers s'effectuent (stock, statistiques de vente, compte représentant...).

Le bon de commande peut être alors soit imprimé immédiatement et stocké sur disque pour une édition ultérieure de la facture (en fin de mois par exemple sous forme de relevé), soit facturé immédiatement avec émission de la facture. Dans tous les cas, émissions immédiate ou différée des factures, l'impression de ces dernières est suivie de l'édition d'un journal de vente et de la mise à jour de la comptabilité.

Gestion des stocks

Un des motifs fréquents qui entraîne à automatiser ce traitement est l'importance du fichier, sa taille le rendant difficile, sinon impossible, à gérer manuellement.

Par article, nous allons conserver



dans ce fichier les informations qui étaient déjà utilisées dans un traitement manuel. D'autres informations, trop lourdes à mettre à jour manuellement (statistiques) pourront être adjointes à chaque article. Le contenu de ce fichier va conditionner les applications qu'il rendra possibles. Voici un exemple de structure rencontrée :

Pour chaque article :

- *identité du produit :* code numérique ou alphanumérique - libellé abrégé (usage interne) - libellé détaillé (usage commercial) - unité de mesure.
- *tarifs :* prix d'achat (pour contrôle des factures fournisseur) - prix de vente - remises par quantité.
- *stock :* réel - mini - alerte - maxi - virtuel (commandes en cours).
- *statistiques :* famille du produit - sous-famille - cumul des ventes par période et en quantité et en valeur - cumul des marges brutes par période.
- *divers :* date dernière commande - date dernière livraison - fournisseur habituel - délais de livraison - conditionnements - poids unitaires.

Un tel fichier nous permet d'assurer les traitements suivants :

- *mise à jour du stock* à partir des bons de livraison fournisseur et client,
- *éditions de tarifs* destinés au magasin et aux représentants,
- *édition de l'inventaire* chiffré par famille,
- *édition par fournisseur* des articles ayant atteint le seuil critique et qu'il convient de commander,
- *édition de statistiques de vente* en marge absolue et relative par famille, par sous-famille, et par produit.

Pour certaines applications comprenant en particulier des fabrications de produits, il est nécessaire de prévoir les approvisionnements dans le temps. Chacun de ces produits est alors complété par une gamme de fabrication.

De plus, la liste des entrées ou des sorties prévisibles est conservée pour chaque produit. Cette liste se compose d'une suite chronologique de dates associées à une quantité représentant les prévisions de livraison par les fournisseurs, de livraison au client, ou de fabrication. Il est alors possible, en fonction du délai de livraison du fournisseur et du stock mini, de gérer automatiquement les commandes.

Calculs thermiques

Ce logiciel répond au problème des calculs thermiques dans le bâtiment. Ces calculs doivent se conformer à une réglementation officielle (appelée DTU) stricte et complexe. Il s'agit principalement de vérifier que l'isolation d'un bâtiment (caractérisée par son coefficient G) est conforme aux règlements.

Pour conduire ce calcul, nous allons commencer par calculer les coefficients K des parois à partir d'un fichier de matériaux. Une note de calcul en clair est imprimée en même temps. Ensuite, nous allons, pièce par pièce, introduire dans un fichier le métré de chacune des parois ou des ponts thermiques rencontrés. A partir de ce métré, les calculs suivants sont exécutés automatiquement : renouvellement d'air - coefficient G - déperdition.

Si le coefficient G obtenu ne convient pas, il suffit, par exemple, de changer l'épaisseur d'un matériau et de relancer immédiatement les calculs. En effet, le métré est conservé sur disque.

Les documents sortis sont tous en clair, sans code, pour permettre à chaque partenaire d'une affaire de les utiliser aussi facilement que des documents traditionnels.

Métré automatique

Dans le domaine du bâtiment, les métrés sont des pièces qui demandent le travail le plus répétitif. En effet, chaque dimension du plan va être utilisée à plusieurs reprises pour calculer la quantité des différents articles qu'elle concerne. Le logiciel pallie cet inconvénient en permettant de traiter directement tous les articles concernés par une quantité, même s'ils n'appartiennent pas au même lot. Mais cette automaticité ne doit pas être obtenue au détriment de la clarté des résultats.

En effet, il est nécessaire de conserver, article par article, le détail complet et clair du calcul qui permet d'aboutir à sa quantité totale. On doit donc pouvoir dans l'impression du quantitatif avoir le calcul présenté dans sa forme traditionnelle avec les dimensions d'un plan, les déductions, etc. L'utilisation multiple d'une dimension s'accompagne d'une répétition au niveau des méthodes de calcul. Par exemple, le calcul d'une ouverture va faire appel à cinq ou six dimensions à partir desquelles les déductions ou ajouts peuvent être comptés toujours de la même façon. Cette façon de procéder est enregistrée par l'utilisateur sur disque, ce qui lui évite d'avoir à la réindiquer à chaque occasion. Ce sont les schémas de calcul.

Cette bibliothèque de schémas de calcul, associée pour chaque affaire à un fichier de dimensions types, permet de pousser très loin l'automatisation. Dans certains cas (plan type ou cellule type) le nombre d'informations à fournir pour obtenir un quantitatif ou un estimatif détaillé avec les minutes de métré est très limité.

La présentation des documents en format 21 × 29,7 sans code, avec les libellés en clair, autorise une diffusion très large.

Un tel logiciel permet le chiffrage des quantitatifs pour aboutir à un estimatif. Le prix unitaire utilisé peut être un prix moyen réactualisé pour un avant-projet, ou un prix d'entreprise pour un devis. A ce niveau d'avancement du projet, des éditions sur l'écran, utilisant pour les articles des libellés abrégés, aident le concepteur à passer dans une « enveloppe financière » donnée. En effet, une fois le quantitatif exécuté, il est possible d'associer à un poste, différentes qualités d'articles (menuiserie, bois ou métallique) pour rechercher par tâtonnements la solution économiquement adaptée :

Le logiciel assure les différentes phases d'un métré entre la conception et l'exécution. Ces phases s'enchaînent de la façon suivante :

— analyse des plans aboutissant éventuellement à compléter les fichiers de schéma de calcul ou de libellé d'article,

— saisie du métré avec introduction une seule fois de chaque cote du plan et exploitation de ces dimensions par les schémas,

— édition d'un quantitatif abrégé pour contrôle (sur écran ou papier),

— éventuellement étude de plusieurs variantes pour satisfaire un budget,

— impression du quantitatif détaillé pour consultation,

— impression d'un estimatif avec prix moyen ou avec un prix d'entreprise (devis ou marché).

Pour résumer, le logiciel, sans supprimer l'analyse du projet, prend en charge les travaux de calcul et la frappe des documents.

Béton armé et structures

Le logiciel de calcul de résistance des matériaux s'appuie sur la réglementation existante (BA 68 ou BAEL).

Les caractéristiques de forme ou d'environnement sont stockées sur disque pour permettre plusieurs calculs successifs en ne changeant que partiellement les données.

Les résultats peuvent être sortis au

niveau de l'avant-projet ou de l'exécution avec le métré des matériaux.

Les principales applications sont : poutres continues - poutres sur deux appuis - semelles - dalles - poteaux - mur de soutènement - charpentes métalliques.

Dessin automatique

Ce domaine constitue le prolongement naturel des calculs de Béton Armé. En effet, les informations introduites pour un calcul et les résultats obtenus fournissent les données nécessaires à un dessin automatique. Les traceurs Benson sont le plus souvent utilisés pour une connexion sur micro-ordinateur. Ces traceurs permettent des dessins de grande dimension avec une résolution de 5/100ᵉ de mm. Il est possible d'utiliser trois épaisseurs de traits ou trois couleurs différentes. Les textes sont automatiquement imprimés par la machine.

Le dessin automatique est également utilisé dans les domaines suivants :

— topographie, report de points, courbes de niveau, profils...

— architecture, dessins de plans de détail, plans de masse, perspectives...

— génie civil, autoroutes, ouvrages d'art...

— construction navale...

Un autre mode de dessin automatique se développe grâce à l'apparition d'écran graphique sur petits ordinateurs. Ces écrans permettent d'obtenir, dans un format limité et sans trace écrite, un résultat visuel immédiat.

Cette possibilité est utilisée en architecture pour aider à la conception des volumes en tenant compte des perspectives. Une fois les dimensions et position de bâtiments introduites, l'observateur indique à la machine où il place son œil, et celle-ci lui restitue la vue en perspective depuis ce point.

Descriptifs - Pièces écrites

Ce programme, qui est, en fait, une application spécialisée du traitement de texte, assure la rédaction automatique de toutes les pièces écrites d'un marché.

Pour avoir la même qualité de frappe que dans un traitement manuel, l'usage d'une imprimante à « marguerite » est souhaitable.

Une bibliothèque de textes est constituée sur un disque. Chaque texte de longueur variable est repéré par un code donné par l'utilisateur au moment de son introduction initiale. Il va comporter des parties fixes et des parties à compléter pour un usage donné.

Pour composer un document réel, l'utilisateur va appeler les textes qui lui sont nécessaires un par un. Ils vont apparaître à l'écran pour permettre à l'utilisateur de compléter les vides (par exemple : le nom d'une affaire) et éventuellement modifier certains termes avant d'enregistrer ce texte sur un autre disque. Ce deuxième disque, qui ne contient que le texte nécessaire au document visé, va nous servir à imprimer automatiquement notre document. Ceci peut se faire avec une présentation choisie (caractères, espaces, marge) et une numérotation de paragraphes automatiques si besoin est.

Le texte réel, restant enregistré sur disque, peut encore être modifié, rallongé, raccourci, etc. L'impression ne demandant aucune intervention peut être faite automatiquement par une série de documents à un moment où la machine n'est pas utilisée à d'autres tâches plus urgentes.

Les coûts

Les coûts d'un système « clés en main » se décomposent en trois postes : matériel, logiciel, mise en route. On peut maintenant avoir recours au leasing. Les taux, plus bas que pour l'automobile, sont de 2,3% par mois environ sur cinq ans.

Coût du matériel

Ce coût va être, pour un matériel donné, variable avec la taille des disques (voir tableau).

A titre d'exemple, nous indiquons le coût de trois ordinateurs comportant :

— une mémoire centrale programmable en BASIC,

— une double unité de disque,

— un écran de 1 920 caractères majuscules/minuscules,

— une imprimante à aiguilles de 132 colonnes et 200 car./sec.

Ordinateur	Capacité disques	Coût HT
Alcyane	2 × 600 K	65 900 F
HP 45	2 × 500 K	142 800 F
Wang 2200	2 × 250 K	124 200 F
Constructeurs : MBC (France). Hewlett-Packard (USA). Wang : (USA).		

L'écran du HP 45 est transformable en mode graphique, de même que celui d'Alcyane. Dans le cas d'une application de dessin automatique, il faut prévoir le coût du traceur (un traceur Benson France à rouleau de 32 cm coûte 38 000 F HT).

Coût du logiciel

Le grand tableau (page 63) indique les capacités de traitement des logiciels en fonction de celles des disques. Le coût moyen des logiciels est également indiqué. Ce dernier comprend souvent un forfait de formation et de mise en route.

Certains, au courant du prix de revient des logiciels sur « gros ordinateurs », s'étonneront peut-être de ces prix. Ils s'expliquent par la simplicité de mise en œuvre des micro-ordinateurs, et la facilité de mise au point des programmes. Cette simplicité permet d'imaginer pour demain une pénétration presque sans limite dans tous les domaines.

J2
C1

COÛT MOYEN ET CAPACITÉ DE TRAITEMENT DU LOGICIEL EN FONCTION DU VOLUME DES DISQUES

LOGICIELS	Coût moyen H.T. du logiciel	Rubriques	Capacité unitaire des disques en kilo (K) ou mega (M) octets							
			100 K	250 K	500 K	700 K	1.2 M	2.5 M	5 M	10 M
Comptabilité Générale	13 000	comptes écritures	400 2 000	800 6 000	1 400 14 000	2 000 26 000	2 500 30 000	10 000 60 000	15 000 120 000	20 000 260 000
Paye	6 000	employés	20	50	100	200	250	500	1 000	2 000
Facturation	8 000	clients	300	600	1 200	1 500	2 000	4 000	8 000	15 000
Gestion de stock	8 000	produits	900	2 200	4 500	6 000	10 000	20 000	32 000	32 000
Métré automatique	19 000	lots libellés/lot	10 300	10 1 000	20 1 000	20 1 000	20 1 000	30 1 000	40 1 000	40 1 000
Calculs thermiques	11 000	pièces/ouvrage ouvrages/aff. nb de parois	24 10 48	24 30 48	24 30 48	24 30 80	24 60 80	24 60 96	24 120 96	24 120 96
Béton armé	10 000									
Dessin automatique	10 000									
Structures	7 000									
Descriptifs	4 000	pages	30	80	150	200	350	750	1 500	3 000
Gestion de cabinet	5 000	affaires rubriques mouvements	25 50 1 000	50 50 2 500	100 50 5 000	140 50 7 000	240 100 12 000	500 100 25 000	1 000 100 50 000	2 000 100 100 000

Datapoint 3600

Micro-informatique et assurances

J.-C. Drogoul
Responsable du département des assurances collectives à Abeille-Paix Vie.

Dans une compagnie d'assurances, un groupe administratif, organisé en cellules polyvalentes autonomes, gère et programme ses ordinateurs.

NARRER cet épisode de notre vie me fait un peut l'effet de réécrire le « Bourgeois Gentilhomme », le talent de Molière en moins.

En effet, en aucun moment de cette période nous n'avons été habités par l'idée de nous livrer à une expérience. Nous sommes des gestionnaires et nous avons géré les affaires qui nous étaient confiées en recherchant des solutions pratiques et efficaces à nos problèmes.

Je ne veux pas dire par là que nous nous refusons à toute réflexion, nous la pratiquons à deux niveaux :
— globalement pour définir une ligne conductrice,
— dans le détail pour décider des actions à entreprendre.

La moins mauvaise façon de décrire cet essai est, je crois, d'en reprendre les différentes étapes dans l'ordre chronologique et de tenter, à chaque pas, de mettre en évidence les idées qui nous ont guidés. Ensuite nous essaierons d'en tirer quelques prospectives en guise de conclusions, et quelques conclusions sous forme de problèmes.

Pour commencer plantons les décors :

La PAIX VIE en 1974 et l'ABEILLE PAIX VIE en 1978, et tout particulièrement la branche « Assurances de Groupe ».

Assurances sur la Vie

La Paix Vie était une Société d'Assurances sur la Vie, créée en 1944, et comptabilisant en 1974 un chiffre d'affaires de 103 millions de francs.

Plus que sa machine à calculer, l'utilisation d'un terminal « en libre service » et temps réel représente pour le gestionnaire l'outil privilégié.

Société dynamique, sa croissance était rapide. Société petite, ses structures étaient peu formalisées et souples. La branche Assurances de Groupe représentait le chiffre d'affaires de 40,6 millions de francs, et des effectifs de gestion de 38 personnes.

Déjà, depuis plusieurs années, le Groupe Suez dont elle faisait partie, avait pour projet de réunir avec une autre Société du Groupe, l'Abeille Vie, créée en 1977 et comptabilisant en 1974 un chiffre d'affaires de 102 millions de francs, dont pour les Assurances de Groupe 26,5 millions de francs (et des effectifs de 30 personnes).

La réunion des sociétés fut effective en décembre 1975, et donna lieu à une nouvelle Société l'Abeille-Paix Vie qui comptabilisait en 1977 un chiffre d'affaires de 404 millions de francs, dont 175 pour la branche Assurances du Groupe, laquelle représente maintenant un effectif de gestion de 83 personnes. En fait, il faut ajouter à ce chiffre d'affaires propre à l'Abeille-Paix Vie, en Assurances de Groupe, celui qu'elle encaisse pour d'autres sociétés en tant qu'apéritrice, on obtient alors 290 millions de francs, ce qui représente plus exactement le volume des cotisations gérées par cette branche.

Rappelons pour compléter le décor que les Assurances de Groupe sont des assurances souscrites par un organisme (entreprise, association) appelé « contractant », au profit de ses salariés, de ses clients ou de ses adhérents, appelés « assurés », qui participent ou non au paiement de la cotisation. En contrepartie de cette dernière, l'Assureur verse aux assurés sinistrés, c'est-à-dire, puisque nous sommes dans le domaine de l'Assurance sur la Vie, malades ou décédés, (ou aux personnes désignées par eux), des prestations définies dans le contrat passé avec le contractant. Tels sont succintement rappelés les principes de notre activité.

Ajoutons enfin que depuis la création de l'Abeille-Paix Vie (1975), la croissance du chiffre d'affaires de la branche d'Assurances de Groupe est de l'ordre de 30 à 35 % l'an. Mais passons des décors aux actes !

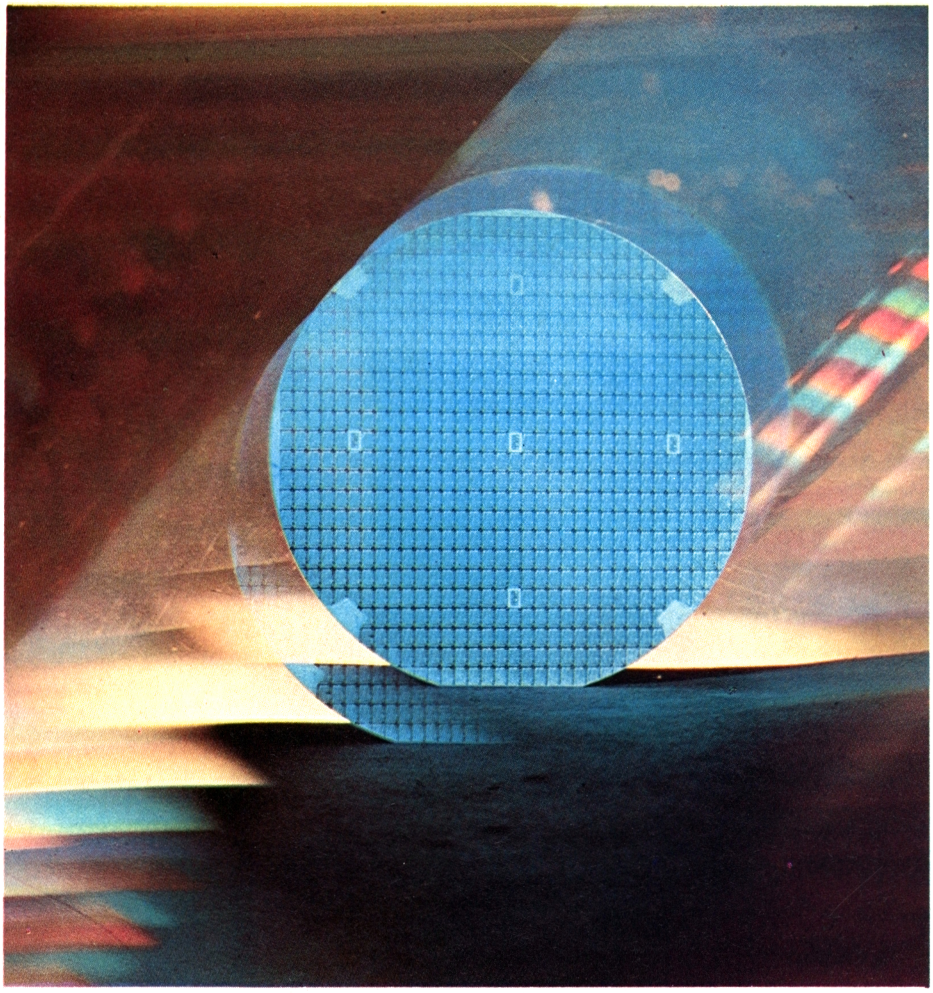
1974 : une évolution progressive

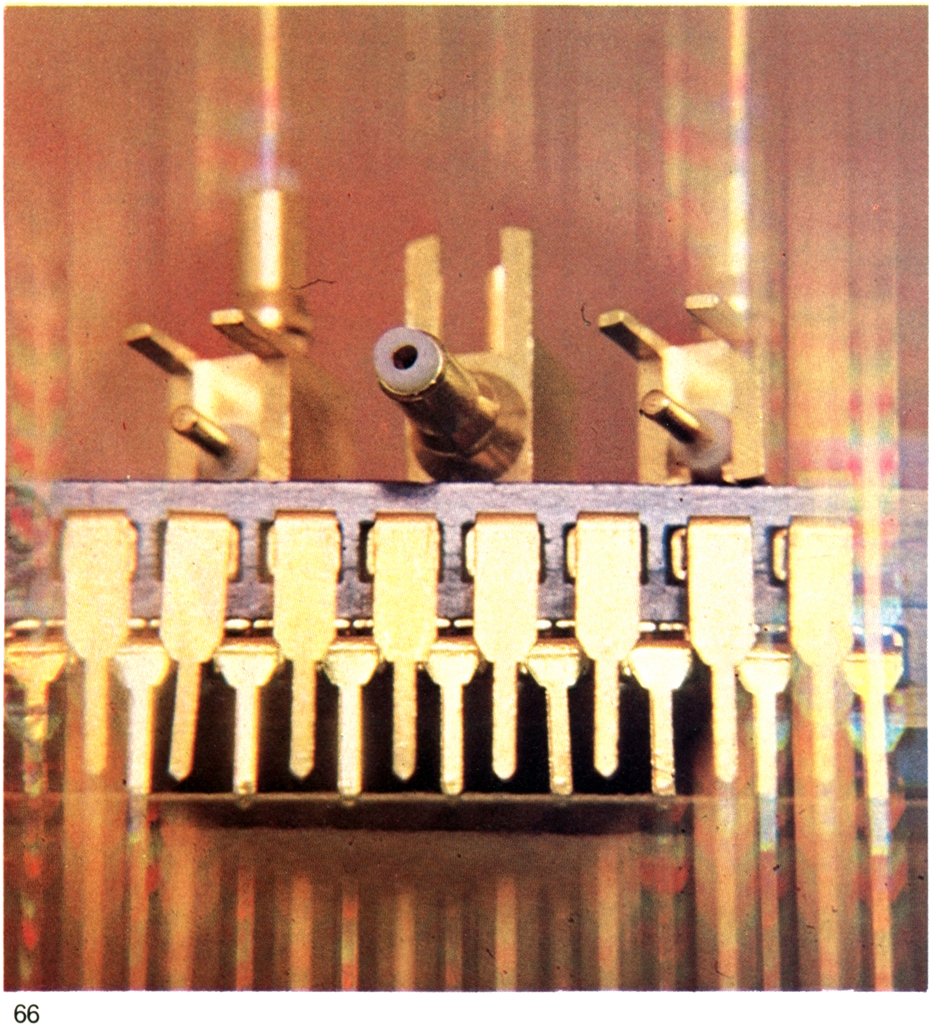
En mars, le service des Assurances de Groupes, dont je prends le commandement, m'apparaît comme le type même de la structure classique floue, taylorisée et fortement hiérarchisée : peu de responsables et beaucoup d'exécutants de différents niveaux. Il en résulte une dilution des responsabilités dans l'exécution des travaux, et des goulets d'étranglement pour les décisions à prendre.

Pour compléter le tout, une application informatique, à base de codification et traitement par lots à l'extérieur, ne recouvre qu'une partie de la gestion et génère des monceaux de listages, inexploités pour la plupart, dont nombre consacrés aux anomalies très nombreuses. L'informatique apparaît comme pénible et inefficace, voire créatrice de travaux dont la finalité se perd rapidement au fil des jours. Ajoutons qu'il n'existe aucun service informatique maison.

Devant une telle situation deux idées s'imposent à nous :
— changer de structure,
— changer d'informatique.

L'option est prise dès ce moment de





procéder par étapes progressives, selon le principe qu'une révolution, fût-elle sage et raisonnable, est toujours coûteuse, et que l'on obtient une plus grande efficacité en modifiant progressivement une structure pour l'amener à des étapes intermédiaires où les progrès obtenus permettent de dégager tout ou partie des moyens nécessaires, voire indispensables, pour passer à l'étape suivante. Et cela est essentiel, car nous ne pouvons attendre pour gérer convenablement d'avoir tout réformé.

Notre but sera donc, pendant les phases d'évolution de notre structure et de construction de notre système informatique d'améliorer globalement notre gestion, en faisant disparaître les « points noirs » (lenteurs cycliques des règlements de prestations par exemple) et en relevant le niveau de fiabilité de la gestion à un seuil jugé « au moins acceptable » (90 % par exemple).

Pour être plus explicite, si nous considérons, pendant cette période, que pour faire passer la résolution d'un problème de 90 % à 100 %, il nous faut engager des moyens dont nous avons meilleur et, plus urgent usage, nous vous contenterons d'une résolution temporaire à 90 %. Sur ce critère, nous établirons donc des priorités.

En 1974, nous pensions cette période longue de 5 ans environ. La fusion et le fort accroissement de la production nous ont amenés à réviser ce chiffre et à le porter à 7 ans (soit horizon 1981).

Changer la structure, cela veut dire amorcer le morcellement en unités de gestion plus petites, menées par des responsables plus nombreux. Cela veut dire également constituer le noyau d'une équipe, que l'on appelle entre nous « l'état-major », et sortir du rang ceux qui semblent par leur allant et leurs facultés pouvoir devenir des meneurs. L'état-major les y aidera.

Ces deux idées se complètent dans une troisième : animer une structure ne peut se faire durablement que par un enrichissement des tâches, l'informatique plus proche est un moyen d'y parvenir.

En effet, une informatique lointaine (ou distante) est ressentie par le personnel comme une voleuse. Son travail lui échappe, et on lui donne en échange la codification, un fastidieux travail de remplissage de grilles : il se sent grugé. Il en tire très vite un alibi quand rien ne va plus : ce n'est pas nous, c'est l'ordinateur.

Au contraire, une informatique à sa

main lui donne l'impression concrète du progrès. Il dispose d'un outil, et quand ça ne va plus très bien, il se sent responsable. C'est chose faite dès l'automne.

L'état-major est créé avec les cadres présents et renforcé d'un élément. La subdivision en unités plus petites permet de mettre en avant un premier lot de responsables. La permutation des gens entre ces unités permet d'amorcer une polyvalence, préalable à l'abandon de la répartition des tâches suivant Taylor.

L'introduction, pour résoudre un problème simple, d'un premier mini-ordinateur (Datapoint 16 K avec écran, deux cassettes, un dérouleur 800 BPI, une imprimante 165 C/S) servi directement par les gestionnaires, permet de ranimer l'intérêt pour l'informatique, sous un visage totalement nouveau : le libre service en temps réel.

Pourquoi Datapoint ? Parce que l'auteur connaissait ce matériel depuis quelques années et l'avait choisi (en 1971) après une étude de marché, comme étant alors le seul mini-système d'informatique de gestion non spécialisé dans une tâche simple.

La création, la mise au point ou la modification de programmes sont effectuées directement et journellement par les utilisateurs sur le calculateur 64 K.

La connaissance acquise par l'auteur dans ce domaine est donc la seule raison de ce choix.

Notons dès cet instant une autre idée dont nous ne nous départirons jamais : à toute étape de notre construction nous cherchons une utilisation économiquement efficace des moyens employés.

En l'occurence, cette première application, outre l'intérêt psychologique précité, remplace un enregistrement manuel donnant lieu à un poste de travail sclérosant et une saisie extérieure (sur cartes) bien plus coûteuse. Cet argument suffit à justifier l'introduction de ce matériel aux yeux de notre Direction.

Cette première application, très simple, est réalisée par l'auteur chez le constructeur et est opérationnelle le jour même de la livraison du matériel (1er octobre 1974).

Très rapidement, l'idée d'autres applications ponctuelles naît dans les esprits, et quelques-unes sont mises en chantier. Rétrospectivement, ces travaux furent plutôt des galops d'essais que des ouvrages vraiment exploitables. Leur utilité principale fut d'accentuer encore la familiarisation des gestionnaires avec l'informatique, et sans doute d'amorcer la première évolution du matériel.

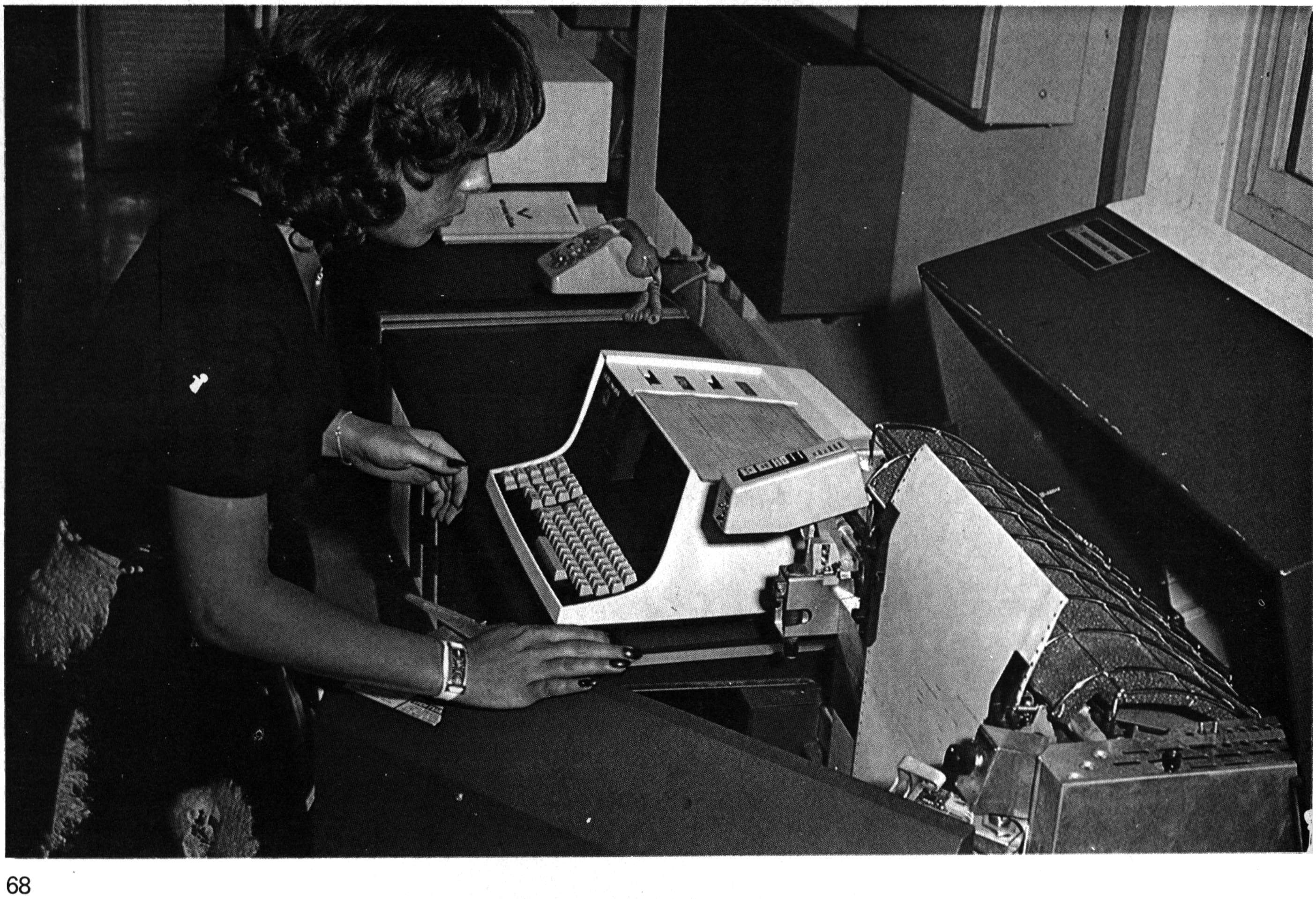
1975 : le premier stade

Ces essais, et l'augmentation des volumes des informations traitées par la première application amènent dès les premiers mois de cette année le passage des cassettes aux disques à cartouches (2 de 2,5 M d'octets) et l'ajout à la console de trois terminaux. L'application est refondue en quelques jours, et voit ses performances très améliorées. Les projets ponctuels voient également des possibilités s'ouvrir à eux.

En mai, la décision est prise d'amorcer une gestion complète sur mini-ordinateur en reprenant d'abord la partie traitée par l'informatique extérieure.

Dès cet instant, notre schéma de gestion est arrêté. Il est le cadre dans lequel nous développerons et nos structures humaines, et notre système informatique. Ceci ne limite pas la libre initiative ni n'impose un cheminement, c'est simplement un fil conducteur, auquel nous nous référons lors des fréquentes concertations qui accompagnent notre progression. Il sert de schéma de référence lors de la fusion des Sociétés Abeille Vie et Paix Vie, et représente un pas supplémentaire vers l'abandon du taylorisme. Le voici.

Notre activité se résume fonctionnellement à encaisser des cotisations et payer des prestations pour des contrats,



	COTISATIONS		PRESTATIONS
	Gestion	Comptabilisation	Gestion
Catégorie 1			
Catégorie 2			
Catégorie 3			

qui peuvent être différents les uns des autres, mais que l'on peut regrouper, en gros, en trois catégories selon la nature des assurés :

1. Assurés au titre de leur activité salariée.
2. Assurés en tant que clients d'un organisme bancaire.
3. Assurés à titres divers (association, etc.).

Nous devons donc gérer pour chacune de ces catégories des cotisations (détermination, appel, comptabilisation), des prestations (prise en charge, calcul, paiement, encaissement suivi, comptabilisation). La comptabilisation est donc comme la plaque tournante de nos activités.

Ce qui se traduit par le croquis ci-dessus.

Seule la partie hachurée est notre objectif en 1975 comme reprise de l'antérieur. La partie gestion/cotisation de la catégorie 3 fait l'objet d'applications ponctuelles, éventuellement reliées au tronc commun de la comptabilisation.

Dès cet instant, notons l'idée que nous informatisons par étapes les problèmes les plus mal résolus, et que nous laissons cohabiter ces applications avec des traitements purement manuels donnant satisfaction.

Les traitements sont en général conçus comme un enregistrement des données, dès que l'on en a connaissance, avec contrôle par rapport aux fichiers et mise à jour en temps réel. Cela permet ainsi, à la fois de rester très proche du travail manuel, tout en acquérant une plus grande fiabilité. Sont informatisés en priorité les affaires pour lesquelles la création d'un fichier permet l'automatisation d'un plus grand nombre de travaux en découlant.

Un premier projet restreint est donc élaboré par l'état-major, en trois mois, et sa réalisation accélérée avec l'aide d'un programmeur extérieur et d'un second système (un calculateur de 16 K, 1 disque 2,5 M + 1 terminal). Elle s'étalera jusqu'au printemps 1976.

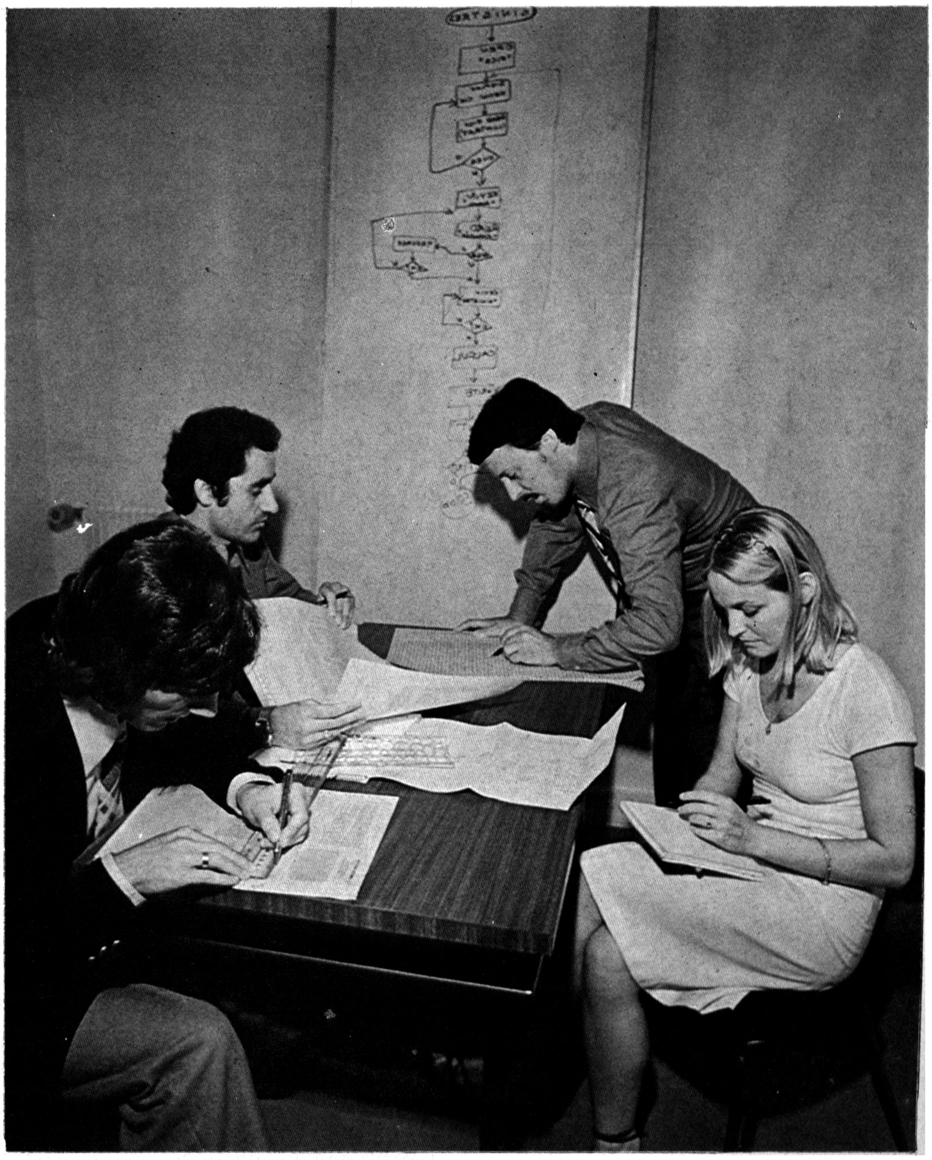
Pourquoi un projet restreint ? Pour aller vite et résoudre la généralité des cas rapidement, et parce que la reprise du passé hypothéquant le démarrage de l'application (éléments nouveaux introduits dans les fichiers, mauvaise fiabilité du fichier antérieur) ne justifie pas un traitement plus élaboré.

Dans le même temps un projet recouvrant la partie « prestations-gestion et comptabilisation » est amorcé au sein de l'état-major, et quelques applications ponctuelles mises en opération. Dans le même temps également des actions d'éducation sont entreprises pour amener des éléments capables et volontaires vers la programmation. Enfin une structure Abeille-Paix Vie est mise au point sur le modèle Paix Vie réunissant dans les mêmes unités les deux personnels sans distinction d'origine, mais prenant en compte dans une large mesure des problèmes « politiques ».

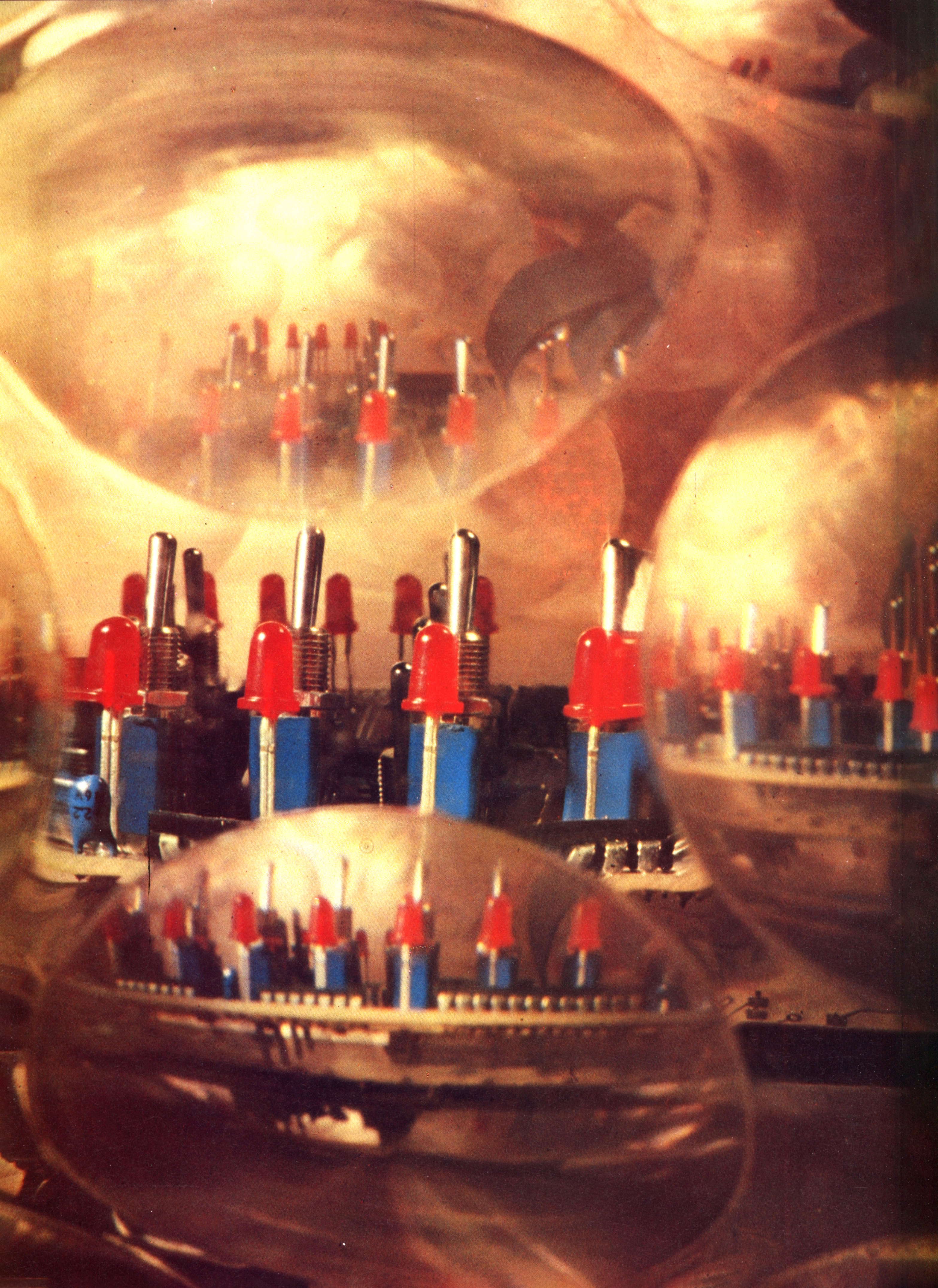
Il y a un service gestion-(cotisation) subdivisé en deux unités (salariés, banque et divers), un service technique subdivisé en plusieurs unités, les règlements, une comptabilité divisionnaire et un service médical chargé du contrôle des risques. Nos efforts se portent sur la résolution des problèmes de personnes et l'achèvement de notre premier stade d'informatisation.

1976 : Première mâturité

Les deux Sociétés sont réunies depuis décembre 1975, et en ce début d'année le problème numéro un est l'encombrement des couloirs par les cartons !



Une séance de travail : réflexions sur la mise en place d'une nouvelle application par les animateurs des cellules de gestion.



Mais les différentes unités constituées sont en place.

Pour l'instant les affaires gérées sont encore distinctes ex-Paix, et ex-Abeille, les affaires Abeille faisant l'objet d'un traitement informatique partiel du même type que celui décrit pour la Paix en 1974. Mais il est prévu de supprimer cette distinction dès le début de 1977.

Dans ce but le matériel est étendu. Un calculateur Datapoint 64 K avec écran, deux disques de 25 M d'octets, 8 terminaux, un dérouleur de bande, deux imprimantes. Une salle est créée avec une climatisation légère pour les disques, l'accès en est organisé (libre service) par les responsables. L'application gestion-comptabilisation-cotisation (version 1) est opérationnelle dès les premiers mois, l'application gestion-comptabilisation-prestations au milieu de l'année.

D'autres applications viennent compléter l'application cotisations pour les autres catégories de contrats.

L'étude de la reprise des affaires ex-Abeille est entreprise par le responsable de la gestion de ces contrats avec horizon début 1977, et débouche sur la réalisation d'une nouvelle application cotisations-gestion (version 2).

La partie comptabilisation en est détachée, le projet d'une application comptabilisation regroupant les aspects cotisations et prestations, est entrepris également.

Enfin, nous estimons avoir les moyens humains et informatiques suffisants pour passer à une nouvelle étape de notre structure, et la décision est prise de le faire pour le 1er janvier 1977.

L'année 1976 est donc l'année où nos moyens en personnel et informatique atteignent un premier niveau de maturité, c'est-à-dire une certaine proportion de gens responsables (15 à 20 %) et une première version de notre système informatique incomplète, car ne traitant pas tous les aspects ni tous les cas particuliers, mais générale car couvrant la totalité des fonctions de notre gestion.

1977 : Refonte et difficultés

1977 est l'année de la refonte des applications existantes pour les prolonger aux secteurs non informatisés et pour lesquels le besoin s'en fait sentir. A noter aussi la création d'une application courrier informatique enregistré directement par les gestionnaires et qui, au terme de son évolution, doit être reliée à toutes les autres applications. Pour le moment, elle supprime un grand nombre de lettres types. C'est aussi la mise en place d'une structure aboutissant à une nette revalorisation des tâches.

Les aspects gestion-cotisations et gestion-prestations sont réunis, et une division administrative est créée, composée de 8 cellules de gestion ayant une certaine autonomie, car gérant chacune ses propres contrats. Ainsi sont supprimés tout un ensemble de problèmes nés des nécessaires relations à établir entre le paiement des prestations et l'encaissement des cotisations traités jusqu'à présent par des personnes différentes. Une division technique est également mise en place qui regroupe les fonctions techniques (comptable, médicale, juridique, informatique, et d'intendance) confiées chacune à une cellule disposant aussi d'une certaine autonomie. L'état-major (4 membres) s'appuie sur un secrétariat. Il se compose plutôt de « managers » des unités de gestion que de responsables hiérarchiques classiques. Il joue le rôle d'animateur, de coordinateur et de centre de réflexion. Deux de ses membres sont directement les animateurs des divisions administratives et techniques.

Les unités de gestion utilisent les terminaux mis à leur disposition selon un planning souple (indicatif).

La cellule technique-informatique, composée d'un gestionnaire (cadre) est responsable de la coordination de leurs activités, et surtout de la cohabitation de l'exploitation et des tests d'applications nouvelles. Rapidement, elle prend également en charge les travaux en différé (éditions, traitements périodiques par lots).

L'année 1977 se termine mal. La mise au point plus rapide d'applications nouvelles et l'augmentation très forte dans les derniers mois des affaires traitées, amènent à une situation prématurée (6 mois plus tôt environ) de la configuration en place. Le problème ne sera résolu qu'en 1978 après quelques désordres maîtrisés par les efforts de toute l'équipe.

1978 : La stabilisation

1978 est l'année du perfectionnement des traitements informatiques existants : comptabilité divisionnaire, gestion des cotisations, gestion des prestations. Cela n'exclut pas la réalisation d'applications ponctuelles destinées à résoudre des problèmes urgents (nouveaux contrats en général). Mises en place en quelques jours, elles permettent de résoudre les problèmes isolés, et sont reprises ultérieurement (et éventuellement) dans des applications couvrant des ensembles plus vastes.

C'est aussi une nouvelle étape dans l'évolution de la structure de notre système informatique.

Jusqu'alors un seul calculateur central suffisait et supportait huit terminaux (plus la console). Les besoins de traitement en ce début d'année sont tels qu'ils justifient la division de la configuration en deux systèmes basés sur deux calculateurs (de 64 K), supportant l'un deux disques de 25 M d'octets, 4 écrans, une imprimante, un dérouleur de bande, l'autre 3 disques de 25 M d'octets, 9 écrans, deux imprimantes, une double disquette. Les cellules de gestion sont réparties entre les deux systèmes, ce qui ne gêne pas puisqu'elles sont autonomes. Mais les traitements par lots sont en forte augmentation (réunion des éléments pour la comptabilisation).

C'est l'amorce de la répartition du système informatique qui, à terme, devrait se juxtaposer avec la structure de l'organisation humaine (une cellule = un système) à condition que l'on puisse réunir simplement ces systèmes. C'est donc également le point de départ de nombreuses questions qui ont débouché très rapidement sur une réflexion prospective et une étude des différents matériels présentés par les constructeurs s'intéressant à cette gamme.

Enfin, 1978 voit aussi la stabilisation de l'organisation humaine, le nombre des cellules est ramené à 6 pour la division administrative (5 pour la division technique inchangée) afin de conserver une taille estimée comme la plus efficace : 6 à 8 personnes dont un responsable (cadre ou agent de maîtrise de niveau 3), et son second.

Prospectives et problèmes

Si nous parlons de prospectives, c'est que nous estimons bonne notre méthode, et qu'elle se bonifiera encore au cours des ans. Notre méthode est bonne puisqu'elle nous a permis de relever sensiblement le niveau de qualité de notre gestion (mais nous sommes conscients que nous avons encore des progrès à faire) tout en faisant face dans le même temps à une fusion (avec la reprise du passé qui l'accompagne inévitablement) et à une augmentation annuelle de 30 à 35 % du chiffre d'affaires géré.

Notre méthode est bonne également

parce que nous pouvons faire évoluer facilement les structures que nous avons mises en place.

Parmi les résultats les plus marquants, notons une quasi disparition du « turn over » aléatoire fréquent dans le cadre d'une organisation à la Taylor. Les équipes formées sont mieux concernées par leur travail, la qualité et la quantité s'en trouvent améliorées.

De même les problèmes de gestion une fois résolus complètement dans tous leurs aspects, le sont durablement. Alors qu'auparavant ces problèmes resurgissaient toujours inévitablement, les « virus » qui en étaient la cause n'étant jamais totalement éliminés (turn over, absentéïsme, manque d'intérêt au travail, mauvaise connaissance du travail).

Ces prospectives sont simples quant à l'organisation humaine. Le volume des affaires croît, nous étoffons les cellules correspondantes. Dès que les effectifs d'une d'entre elles deviennent trop importants (10/12 personnes) nous subdivisons. C'est le principe même de la division des cellules ! L'une des cellules « filles » est alors dirigée par le responsable de la cellule « mère » l'autre par son second. Et chaque cellule génère son nouveau second. Ceci n'est possible que dans ce contexte de tâches enrichies. Quand le principe ne s'applique pas totalement, nous y remédions par un apport extérieur.

Elles sont également simples pour le système informatique : il nous faut plus de terminaux, plus d'unités de stockage de données (disques). Mais ici nous entamons une réflexion sur le matériel à utiliser compte tenu de l'évolution technologique depuis 1974. En effet, certains mini-systèmes présentent maintenant des possibilités en terminaux et en stockage de données très importantes tout en conservant la même « philosphie » d'utilisation, à tel point que nous nous demandons si cela ne remet pas en cause l'idée de la pluralité des systèmes qui était la nôtre jusqu'alors. La répartition n'est peut-être pas nécessairement physique à ce niveau (mémoire centrale) mais peut-être simplement logique grâce à un logiciel puissant et conçu pour des utilisateurs.

Néanmoins aujourd'hui, plusieurs problèmes se posent à nous :

Premier problème : Nous progressons rapidement. Cela veut dire que la tentation est grande de négliger ses arrières : l'intendance suivra ! C'est un danger que nous avons couru. Toutefois les applications ont toutes été refondues récemment ou sont en passe de l'être. Et de plus, la cellule informatique a été renforcée d'un élément assurant tout à la fois certains travaux d'exploitation et le secrétariat (recensement et formalisation des dossiers). C'est maintenant une nécessité car nous avons plus de cent programmes en exploitation (soit plus de 50000 lignes).

Dans la période que nous venons de vivre, de construction accélérée, la non-formalisation des dossiers, compte tenu de la personnalisation des applications, n'a jamais été une gêne rédhibitoire.

Deuxième problème : Nous progressons rapidement. Cela veut dire que notre programmation n'est pas longuement réfléchie, ce qui n'exclut pas une certaine sophistication, et même une sensible amélioration avec l'expérience, mais elle n'est sans doute pas optimale.

Mais après tout, qu'importe ! Le coût du matériel que nous « gaspillons » si tant est que l'on puisse parler de gaspillage, est certainement inférieur au prix d'une équipe de professionnels.

Et puis notre écriture, simple, reste à notre portée, et permet des mises à jour faciles.

Les informations (fichiers ou programmes) sont stockées sur bandes magnétiques, cassettes ou diskettes. Elles sont également des supports de transfert d'informations vers des sociétés clientes ou vers le « gros » ordinateur.

Troisième problème : Nous progressons rapidement. Cela veut dire que nous engendrons certaines mauvaises habitudes.

Chez nous, nous pèchons parfois par optimisme en calculant des délais de mise en place trop courts.

Chez les autres, qui oublient complètement les contraintes habituelles de mise en place des traitements informatiques, et trouvent de plus en plus nos réalisations longues (!) à mettre en place.

Nous venons d'en faire l'expérience encore récemment avec la troisième réécriture d'une application (type quittancement et suivi) que l'on nous a compliquée à loisir pour des raisons de politique commerciale. Ecrite et testée en quatre mois (10 000 lignes environ) elle souffre de quelques imperfections que l'on nous reproche fort justement, oubliant cependant que 90 % des affaires ont été traitées correctement dans un délai de réalisation relativement court. (La mise au point des 10 % restants ne demandera guère que 4 à 5 mois au plus).

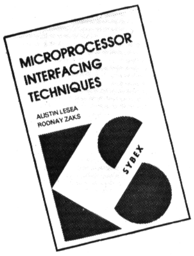
Quatrième problème : Nous évoluons constamment. Cela peut donner l'impression aux observateurs extérieurs d'une certaine anarchie. Mais c'est là peut-être le plus important de la méthode : elle est vivante. Tout ce qui vit est sans cesse en changement pour ne pas dire en mouvement. Tout ce qui est dit stable, en fait est en train de pourrir, de s'éroder ou de se scléroser suivant sa nature. Quel meilleur exemple pourrait-on prendre que le Soleil lui-même, point de départ de toute vie sur notre monde, et jamais pareil ?

Nous évoluons constamment, rapidement dans le détail (les traitements, les affectations de personnel...) mais bien moins vite pour nos structures, comme un corps humain dont la structure se modifie bien plus lentement que ses différents composants (avec bien sûr des interactions étroites entre eux).

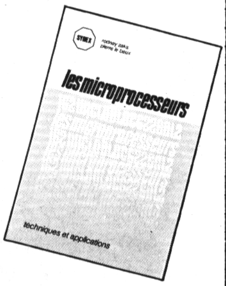
Cinquième problème : Nous ne plaisons pas à tout le monde. Autres utilisateurs et informaticiens, ne nous voient pas toujours d'un bon œil, car « les braves gens n'aiment pas que, l'on suive une autre route qu'eux » (dit la chanson).

Les premiers nous reprochent sans doute de vouloir supprimer l'alibi numéro un du monde moderne, les seconds peut-être de traiter trop simplement ce qu'ils compliquent (parfois !) à plaisir. ●

MICROPROCESSEURS SYBEX



PRÉSENTE
Plus de 20 ouvrages
sur les microprocesseurs



12 SÉMINAIRES DE FORMATION
Formation personnelle, à l'aide de cassettes avec manuels de 300 à 500 pages et aussi à l'aide d'une carte Micro ordinateur.

Livres disponibles en français

- Les Microprocesseurs de R. Zaks .... 95,23 F
- Les Techniques d'Inter-Face .... 95,23 F
- Introduction aux Micro ordinateurs à usage personnel et commercial .... 52,43 F
- Lexique Microprocesseur .... 15 F

Le samedi 25 novembre
JOURNÉE SPÉCIALE DES MICRO-AMATEURS
sous le patronnage de la revue Micro-Systèmes

1 **Exposition** - seront visibles la majorité des systèmes disponibles
2 **SEMINAIRE DE FORMATION** - Initiation aux micro-ordinateurs à usage personnel
3 **CONFÉRENCES - DÉBAT** - Sur les micro-ordinateurs (1. Entrée gratuite, 2.3. Droits d'inscription).

SÉMINAIRES ET COURS EN ENTREPRISE
C10 - Introduction aux Microprocesseurs
A1 - Les Microprocesseurs
A2 - Programmation et micro-programmation
C11 - Introduction au Basic
C12 - Choix d'un micro-ordinateur

SYBEX

SYBEX-Publicatioı
313 rue Lecourbe
75015 PARIS
Tél. : 828.25.02

INFORMATION/COMMANDE
Nom ______________ Poste ______
Société ______________
Adresse ______________
Ville ______________ Tél. ______
Veuillez me faire parvenir : ....ex. du livre ....
Total joint : .... ☐ chèque ☐ facturez-moi
☐ veuillez me faire parvenir votre catalogue détaillé. S.A

Naissance de la bureautique

Michèle Maspero-Direz
Gérald Maspéro Conseils.

Grâce au traitement de textes les micro-ordinateurs permettent l'automatisation des petits secrétariats. Tout en participant à la gestion de l'entreprise...

L'EVOLUTION considérable du traitement de l'information durant ces dernières années a revêtu des formes très diverses. L'essor technologique en matière informatique a favorisé, au sein des entreprises, la prise en compte d'un nombre très important d'informations de nature principalement numérique : comptabilité, stocks, etc.

Actuellement, les machines mises à la disposition des utilisateurs permettent d'étendre les possibilités de stockage et de traitements à la grande masse d'informations non numériques produites, recueillies et utilisées dans les bureaux. C'est ainsi que Louis Naugès, un des spécialistes français de la bureautique la définit comme « le développement des technologies de saisie, mémorisation, traitement, diffusion de l'information et leur emploi pour la gestion des messages formels et des textes dans les organisations ».

Il faut donc insister sur le fait que le traitement de textes, dont il sera question dans la suite de cet article, n'est qu'un aspect de la bureautique. Cette fonction qui a été parmi les premières développées consiste suivant Jean-Paul de Blasis (qui dirige le groupe de bureautique d'une organisation nationale d'informatique -A.F.C.E.T.) en la « manipulation des mots, des phrases et des paragraphes par un matériel évolué ».

Le traitement de texte a une double origine :
— d'une part, les premières machines à écrire automatiques constituaient une toute première étape vers l'automatisation du bureau ;

— d'autre part, les besoins très spécifiques de composition et mise en page chez les éditeurs ont conduit à la création de machines assurant des fonctions d'édition extrêmement complexes.

Ces dispositifs, fort coûteux, supposent un personnel très qualifié pour leur mise en œuvre.

Par rapport à ces deux voies se faisait sentir la nécessité d'une solution intermédiaire, plus adaptée aux besoins de la dactylographie d'un bureau moderne. Les objectifs visés étaient de mettre à la disposition du personnel couramment rencontré dans les bureaux, des systèmes assurant des fonctions beaucoup plus évoluées que les premières machines à écrire automatiques. Ils devaient reprendre parmi les possibilités des gros matériels de composition automatique celles plus spécifiquement nécessaires à un travail administratif, mais avec une facilité d'utilisation qui devait constituer l'élément déterminant.

Les machines qui permettent le traitement de texte

On peut considérer schématiquement trois générations de matériel :
— les premières machines à écrire automatiques étaient associées à un perforateur-lecteur de la bande papier. Le texte était frappé, et perforé en même temps, une première fois. Pour modifier le texte, il fallait en général perforer d'autres bandes correspondant aux modifications prévues, et fusionner la bande originale et les bandes de modifications en une bande correspondant au texte résultant. Toute correction de ce genre ne pouvait se faire qu'en séquence, en avançant du début jusqu'à la fin, sans retour en arrière possible.

De plus, le maniement des différentes bandes de papier perforé n'était pas des plus aisés. Ce système a certainement eu le mérite d'être une des premières approches vers l'automatisation du traitement des textes. Néanmoins les manipulations dont il a été question précédemment s'avéraient relativement délicates. Il faut bien reconnaître que si des systèmes de ce type ont parfaitement fonctionné, certains utilisateurs ont été extrêmement rebutés par leur côté peu pratique.
— La seconde génération de machines a dû son amélioration au remplacement des perforateurs-lecteurs de bandes papier par des enregistreurs-lecteurs de cartes ou cassettes magnétiques, et à l'adjonction d'une zone mémoire très limitée. Les modifications pouvaient se faire plus aisément dans la mesure où elles portaient sur une zone d'une seule (parfois plusieurs) ligne de texte.

Des machines de ce type sont toujours produites à des coûts intéressants.

— La troisième génération, quant à elle, est marquée, par trois améliorations importantes.

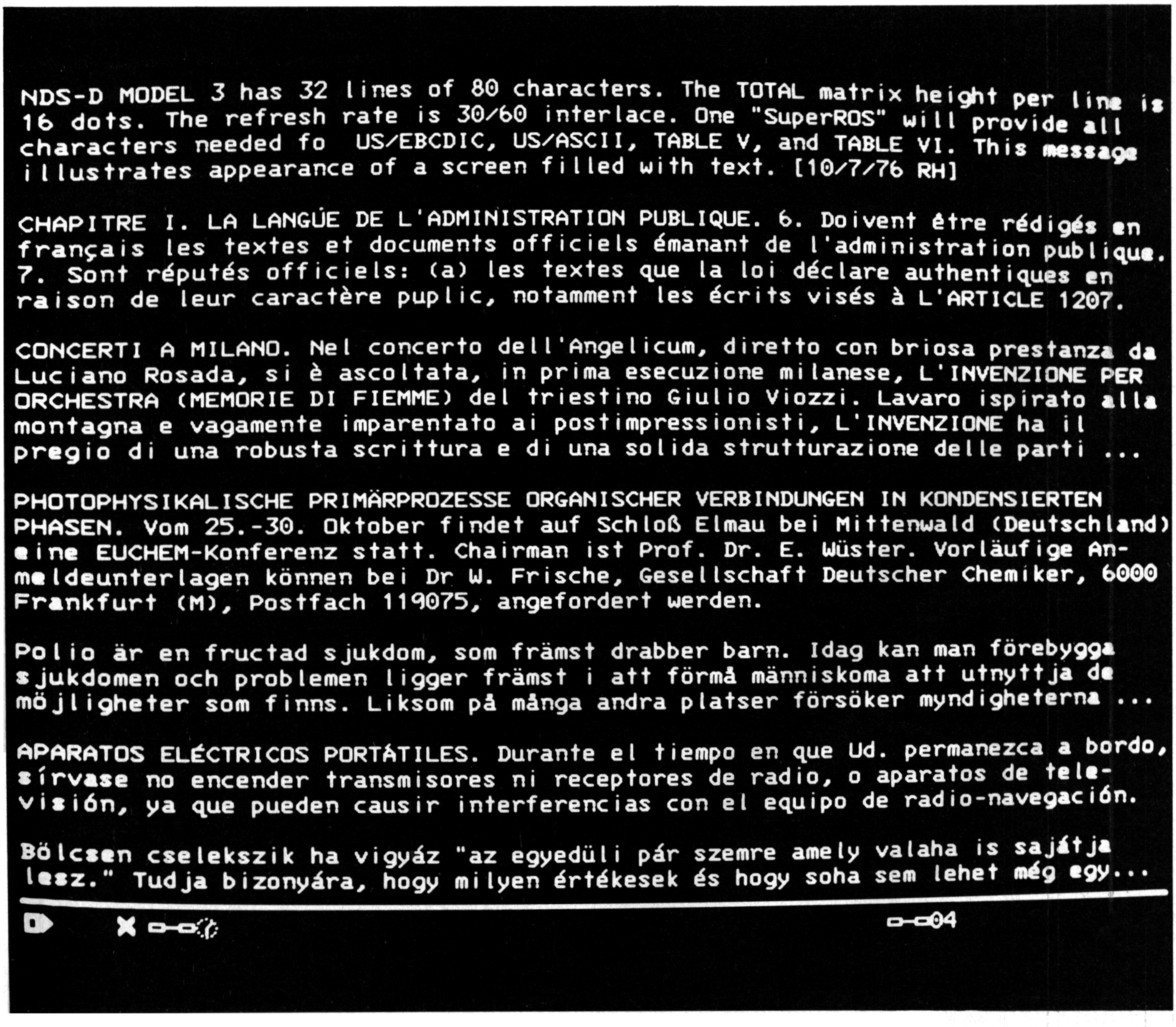
D'une part, la logique des fonctions à assumer est le plus souvent prise en charge par un microprocesseur, ce qui garantit à la fois une grande puissance et une grande souplesse d'utilisation.

D'autre part, le support destiné au stockage des textes prend actuellement le plus souvent la forme d'un disque souple ou d'un disque dur. La capacité des disques s'échelonne de quelques dizaines à quelques centaines ou milliers de pages. Une caractéristique importante est la possibilité d'accéder directement à l'information qui y est stockée, donc à une partie quelconque du texte. Ces périphériques associés à un logiciel adéquat permettent donc d'évoluer dans le texte en toute liberté au gré de l'utilisateur.

Enfin, l'utilisation combinée d'un clavier et d'un écran affichant tout ou partie d'une page apporte à l'utilisateur des facilités incomparables de correction et de modification du texte, ainsi qu'un fonctionnement silencieux. Tout en permettant l'introduction du texte d'une manière proche de la manipulation d'une machine à écrire, un certain nombre de possibilités agrémentent de façon non négligeable cette première étape. L'utilisateur voit, au fur et à mesure, s'afficher le texte qu'il est en train de frapper. S'il s'aperçoit de certaines erreurs, il peut, à tout moment, revenir en arrière pour supprimer, insérer, déplacer ou modifier des caractères, des mots, ou même des parties entières du texte. Il se repositionne ensuite à l'emplacement où il était précédemment, et il continue la frappe. La gestion des fins de ligne est effectuée par le système, un mot qui aurait débordé d'une ligne étant automatiquement déplacé à la ligne suivante. L'utilisateur lui-même peut préciser les caractéristiques de mise en page : marges, alinéa, nouveau paragraphe (changement systématique de ligne à ce point du texte), nouveau chapitre (idem pour le changement de page), justification (le texte pouvant être aligné sur les deux marges à la fois). Il peut également insérer des paragraphes, des chapitres déjà stockés dans le système (formules répétitives, reprises d'anciens textes, paragraphes identiques d'un texte à l'autre, formules de politesse, etc.).

Une fois entré et stocké, un texte peut être retrouvé aussi souvent que l'on veut et remanié suivant les possibilités décrites ci-dessus. Si la forme initiale doit être conservée, une simple commande permet de copier le texte sur une autre partie du disque. Les manipulations se feront alors sur cette copie.

Lorsque la forme désirée du texte a



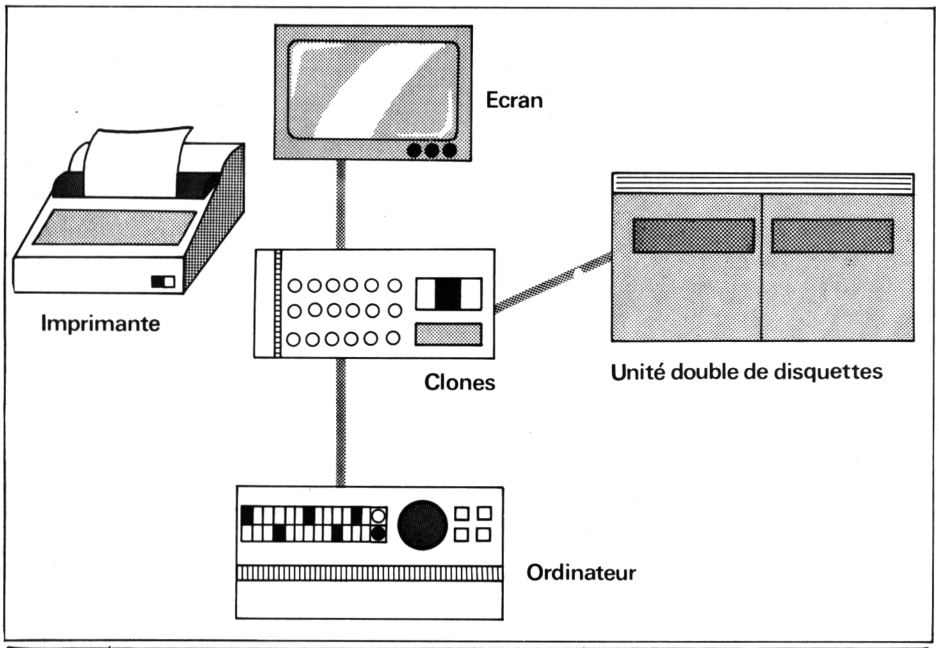


Schéma d'un système mixte gestion/traitement de texte.
Le petit ordinateur sert, selon le moment de la journée, tantôt à la gestion tantôt au traitement de texte.

été obtenue à l'écran, une commande déclenche l'impression de celui-ci sur une petite imprimante relativement rapide (de l'ordre de 500 mots par minute) et peu bruyante, suivant les spécifications de mise en page introduites précédemment. Les imprimantes utilisées fonctionnent généralement avec une rosace supportant les caractères : la qualité de frappe est en tout point comparable à celles des meilleures machines à écrire classiques, et un changement très facile de la rosace permet de passer, en quelques secondes, d'un jeu de caractères à un autre.

Quant à l'alimentation du papier, plusieurs solutions sont envisageables, chacune répondant à un besoin particulier, à un coût donné. La plus simple est l'introduction manuelle d'une feuille de papier machine ordinaire, pouvant bien sûr comporter un en-tête. Une seconde solution est l'utilisation de listings en continu supportant des feuilles du même type que précédemment, fixées généralement par quelques points de colle par le fournisseur de papier, une feuille retirée de ce support ne se distinguant absolument pas d'une feuille normale. Ce procédé dit « Conti-Snap » autorise l'impression du texte sans surveillance. Le fournisseur de papier peut y préimprimer tout en-tête désiré. Enfin, il existe des dispositifs d'alimentation automatiques de feuilles normales de machines à écrire. La rame de papier est déposée dans un magasin d'alimentation, et récupérée dans un magasin de réception. Ce procédé présente les avantages du système précédent, moyennant un investissement initial plus important, tout en assurant un coût d'exploitation moindre.

Les objectifs fixés au début de cet article semblent donc atteints par les systèmes actuels. En outre, ils sont en général perfectionnés par l'accès à des fichiers informatisés stockés sur disques. De ces fichiers, il peut être intéressant d'extraire certaines informations suivant certains critères pour, par exemple, envoyer automatiquement des lettres personnalisées à tous les clients de la profession X, habitant la région Y et intéressés par le produit Z. Des améliorations supplémentaires sont en train de passer du domaine de la recherche à celui de la commercialisation. Des logiciels permettent d'effectuer des coupures de mots suivant un dictionnaire stocké dans le système, ou grâce à un algorithme de césure. De même apparaissent des possibilités de vérification automatique de l'orthographe des mots, suivant un dictionnaire de base fourni par le constructeur et complété par un ensemble de termes propres à l'activité de l'entreprise.

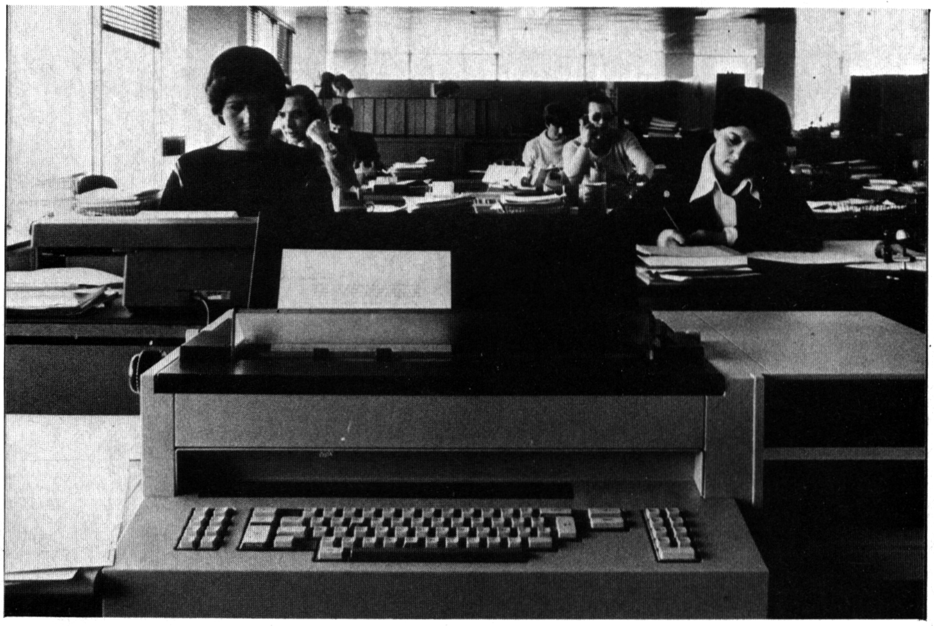
Bien que cet article concerne essentiellement les systèmes autonomes en plein développement, il faut citer les possibilités offertes par certains systèmes en temps partagé. Des logiciels intéressants peuvent ainsi être utilisés dans la mesure où les terminaux en place possèdent les caractéristiques requises pour l'application, telles qu'impression type machine à écrire par exemple.

Des caractéristiques supplémentaires

Les machines actuelles ont, par ailleurs, des caractéristiques supplémentaires importantes.

— *L'évolution technologique* a entraîné une intégration de plus en plus importante des circuits électroniques (le nombre de composants par circuits de surface égale a été multiplié par 256 depuis 1970 !). Cette intégration a elle-même amené une baisse des coûts des circuits et une diminution de l'encombrement du matériel. Si les circuits électroniques sont de moins en moins chers, on assiste également à une baisse spectaculaire des prix des systèmes informatiques. L'informatique est maintenant parfaitement accessible aux PME.

Machine à écrire électronique à mémoire « TES 501 » Olivetti.



Quelques applications du traitement de texte

Une société veut lancer un nouveau produit : elle peut faire une étude auprès d'un certain nombre de clients potentiels. Un courrier personnalisé pourra faciliter la prise de contact avec ces clients, déjà submergés par des enquêtes de toutes sortes. De même, après le lancement du produit, une missive personnelle, adressée à chacun d'eux et accompagnant le descriptif du produit, constituera un bon support de promotion.

Les lettres de rappel (factures impayées ou autres...) pourront être produites automatiquement tout en prenant une tournure plus personnelle.

Certaines professions doivent traiter un ensemble de documents d'une façon relativement répétitive : assurances, notaires, conseils juridiques, laboratoires d'analyses médicales, etc. Quoi de plus facile que de partir d'un contrat type, stocké sur disque souple, et de faire toutes les modifications spécifiques à l'affaire traitée.

Dans certaines activités, il est possible d'établir des devis d'une manière semi-automatique. Une mise en forme par le traitement de texte leur donnera l'aspect convainquant désiré.

Certains documents ont besoin de mises à jour fréquentes, c'est le cas des brochures techniques, catalogues, manuels, modes d'emplois, cours, etc.

Même en ce qui concerne les documents de caractère non répétitif, la tranquilité de frappe assurée à la dactylo, la facilité pour effectuer de nombreuses modifications par l'auteur, sont autant de facteurs qui conduisent à l'utilisation de ce type de système.

Le prix d'une machine avec un clavier, un écran permettant d'afficher une vingtaine de lignes ou plus, une double unité de disquettes et une imprimante varie actuellement entre 80 000 et 160 000 de francs. Ces prix peuvent encore suivre une tendance à la baisse, et de fait on voit apparaître actuellement de petits ordinateurs, équipés pour le traitement de textes, nettement en dessous de ces prix. Les coûts de fonctionnement sont essentiellement réduits aux coûts :
— du papier,
— des supports de stockage (une mini-disquette contenant 15 à 30 000 mots, que l'on peut effacer et réutiliser un très grand nombre de fois, coûte quelques dizaines de francs),
— de quelques cassettes de ruban encreur (permettant l'impression de plusieurs centaines de milliers de caractères),
— de l'électricité consommée (à peine supérieure à celle d'un poste de télévision),
— de l'entretien généralement assuré par un contrat (le prix mensuel d'un tel contrat est de l'ordre de 400 à 700 F).

Moins chère, plus petite, la machine que nous venons de décrire occupe généralement le dessus d'un simple meuble de bureau. Quant à la mise en œuvre, elle se résume à la nécessité de disposer d'une prise de courant. Toute l'infrastructure de climatisation des gros ordinateurs classiques n'est pas nécessaire pour ce type de machine, ceci toujours grâce à la très grande intégration des circuits électroniques.

— *La modularité* est aussi une propriété intéressante de ces machines. Suivant les besoins propres à chaque application, les configurations requises peuvent être variées et bien adaptées. La configuration de base comporte, nous l'avons dit, un processeur, un clavier, un écran, une unité de stockage et une imprimante.

Dans le cas d'une application comportant beaucoup de manipulations de textes et relativement peu d'impression, on disposera de plusieurs postes clavier-écran et d'une imprimante. Inversement, si les impressions sont importantes mais nécessitent peu de manipulations et modifications, un seul poste clavier-écran peut alimenter soit plusieurs imprimantes du type décrit ci-dessus, soit une imprimante plus rapide mais dont la qualité de frappe, tout en restant très bonne, n'est plus du type machine à écrire.

La liaison entre les postes de travail et les imprimantes peut se faire par connexion directe, ou par enregistrement d'une disquette au poste de travail et transport physique de celle-ci sur une autre unité de disquette associée à l'imprimante.

Enfin dans de grosses configurations, une unité de contrôle évoluée peut piloter un disque dur à grande capacité ; cette unité de contrôle assurera les transferts de différentes portions de textes entre postes de travail, disques et imprimantes.

Autre conséquence de cette modularité : ce sont de véritables micro-ordinateurs qui assurent dans ces systèmes le traitement de textes et ses différentes fonctions. Tout en restant des systèmes

Logiciel pour PMI
sur Alcyane
10
applications
de gestion...

pour PMI et professions libérales

APPLICATIONS
- Gestion de fichiers d'adresses
- Courrier répétitif
- Facturation
- Statistiques commerciales
- Comptabilité
- Carnet de commandes
- Tenue de stocks
- Prix de revient
- Gestion des clients
- Gestion de trésorerie

SERVICES
- Démarrages clefs en mains
- Analyse - programmation
- Détachement d'analyste-programmeur
- Maintenance
- Formation
- Conseils de gestion

sfm

Société de Formation au Management

36, rue Sergent Michel Berthet
69009 LYON - Tél. (78) 83.65.52

66, boulevard Vincent Auriol
75013 PARIS - Tél. (1) 585.08.10

relativement spécifiques, donc bien adaptés à la tâche à laquelle ils sont affectés, ils peuvent facilement évoluer par adjonction de nouvelles fonctions et par intégration à un système plus global de gestion de l'entreprise. Ce dernier sera lui-même composé de sous-systèmes modulaires. Naturellement certains éléments peuvent être mis en commun pour différentes applications de gestion de l'entreprise, dans la mesure où les périodes d'utilisation ne se recouvrent pas. Aussi la même imprimante peut, très bien, être utilisée à la fois pour le traitement de textes et une simple impression de factures.

Inversement, les différents systèmes de gestion automatisée de l'entreprise, tout en restant chacun affecté à leur tâche spécifique, peuvent se transmettre certaines informations : un programme d'établissement des devis peut faire appel au traitement de textes pour une mise en forme et une présentation plus soignée.

Cette modularité est donc fondamentale, car elle permet d'avoir des systèmes parfaitement adaptés aux besoins et à la charge des utilisateurs, tout en autorisant une évolution future pratiquement sans limitation.

Entre toutes les mains

Moyennant un temps de formation relativement réduit, un système de traitement de textes devrait pouvoir être pratiquement mis entre toutes les mains tout au moins pour l'utilisation des fonctions de base.

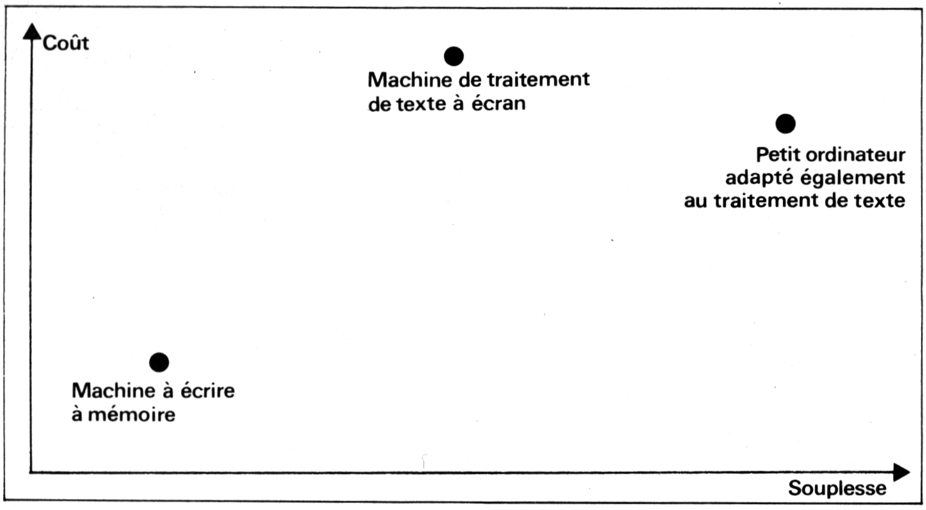
Le stockage des textes permet d'autre part, de favoriser efficacement certains modes de travail, tels que première frappe d'un texte d'après une machine à dicter avec mémorisation de ce texte sur disquette, impression d'une première version sur laquelle l'auteur portera des corrections, puis introduction de ces corrections dans le système par la dactylo.

La modularité que nous avons décrite permet, d'autre part, d'envisager plusieurs organisations possibles. De la frappe (pourquoi pas dans certains cas !) directement effectuée par l'auteur, au pool de secrétaires de correspondance. Si ces pools ont été favorisés jusqu'à maintenant par le coût élevé du matériel, la diminution des prix permet d'envisager la tendance inverse, c'est-à-dire la décentralisation et le rapprochement des postes de travail du lieu de production du texte.

Il s'agira dans toute la conception de l'organisation d'allier efficacité et intérêt du personnel pour son travail, en évitant, en particulier, la superspécialisation.

En fait, sans rentrer ici dans le détail des diverses organisations viables dans chaque situation, on doit noter que le choix doit rester exclusivement le fait de l'organisateur. Dans la mesure où ces machines deviendront de plus en plus abordables sur tous les plans, leur position redeviendra celle d'un simple outil, même s'il est extrêmement perfectionné et puissant. Il n'est en aucun cas souhaitable qu'elles déterminent à leur niveau la structure et l'organisation de l'entreprise, comme cela a, malheureusement, trop souvent été le cas avec la grande information centralisée.

La souplesse prend trois formes : celle de manipulations du texte, la possibilité d'utiliser le matériel à des tâches très diverses débordant même complètement du cadre du traitement de texte, et celle d'intégrer les tâches de traitement de texte à un système global de gestion (par exemple : lettres de rappel, déclenchées automatiquement au cours de la gestion des opérations de facturation, émises sous forme personnalisée).



La relation homme-machine

Le traitement de texte, compte tenu de ce que nous avons vu précédemment, est appelé à un grand développement. Une étude de Frost et Sullivan prévoit, pour les années 1978 à 1985, un marché de près de 90 000 machines de traitement de textes autonomes à écran.

Un certain nombre de développements techniques sont actuellement en cours ou prévus.

— Un texte devant être correctement mis en forme et rapidement transmis peut l'être d'un système de traitement de textes à un autre. Le texte est enregistré et stocké sur le premier, envoyé sous forme codée par liaison téléphonique au second sur lequel se fait l'impression.

— Des bases de données non numériques complètes se développeront dans le cadre d'une conception intégrée de la bureautique. Les systèmes de traitement de texte, alliés à des systèmes de recherches puissants, permettront la mise en forme de tout un ensemble d'informations.

Souhaitons que ce développement revête deux aspects :

— d'une part, l'amélioration de la relation homme-machine,

— d'autre part, la recherche d'une conception plus globale du système d'information de l'entreprise.

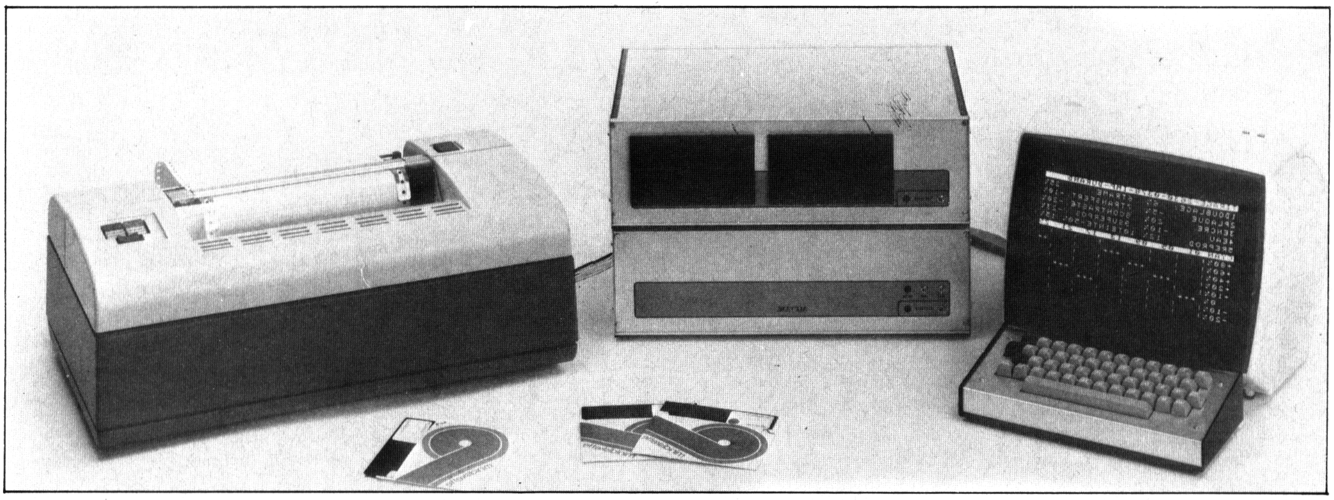
Si le but du traitement de texte avait été au départ de traiter les textes répétitifs, l'expérience montre que la facilité et l'agrément d'utilisation conduisent à l'utiliser de plus en plus pour tous les travaux, même frappés en un seul exemplaire. Dans un bureau équipé de telles machines, les secrétaires et dactylos ne veulent plus utiliser les machines à écrire classiques !

Un pas supplémentaire pourrait être fait dans certains cas très particuliers (chercheurs, journalistes, écrivains...). L'auteur pourrait lui-même introduire et mettre en forme son texte chez lui, sur un système réduit, et faire effectuer l'impression chez l'éditeur, au siège du journal...

Enfin, il est important de ne pas tomber dans les travers dont l'informatique classique a mis du temps à s'extirper : l'utilisation de tels systèmes ne doit pas conduire à une inflation incontrôlée de la production de documents écrits, mais tendre à un accroissement de la productivité et à l'affectation du temps ainsi dégagé à des tâches plus intéressantes. ●

ALCYANE

Un petit ordinateur simple d'emploi, puissant et au meilleur prix



Exemple : un système à deux disques souples (350 000 octets en ligne) clavier, écran, imprimante : 39 000 F HT

• programmable *en français*
• extensible jusqu'à 40 millions d'octets avec plusieurs claviers/écrans.

MBC ALCYANE

Une solide réputation de qualité bâtie par les utilisateurs

Notre clientèle : des centaines de PME et de grandes entreprises.

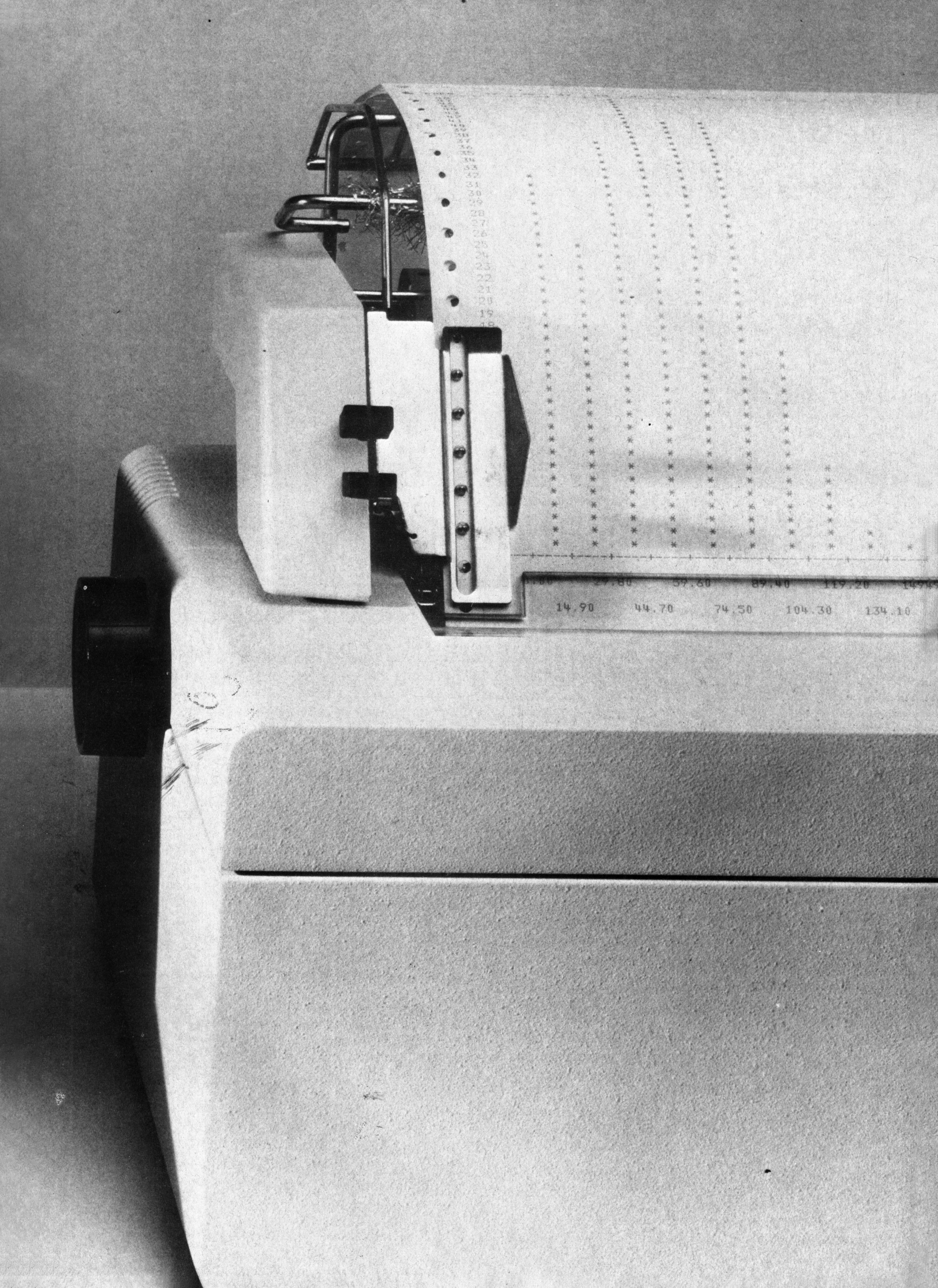
Michelin	Bailly-Comte	Laboratoire Deplanté
PTT	Ets Fouinneteau	GESTOC
Rhône-Poulenc	Motte - Boussut	Cabinet Ceccaldi
Charbonnages de France	Commissariat à l'Energie Atomique	Pharmacie Alzon
Assistance Publique (hôpitaux)	Thomson	Sté Provençale d'Electrification
Education Nationale (gestion, recherche, enseignement)	L'Oréal	Entreprise Mallet
	CNRS, etc.	Atelier St Joseph, etc.

- une protection complète de votre investissement par l'extensibilité importante d'Alcyane, en mémoire et en unités périphériques.
- une large gamme de disques (quatre modèles), d'imprimantes (sept modèles), d'écrans (trois modèles : gestion, traitement de texte, graphique).
- connexions télécomm, machine à dessiner Benson, téléimprimeurs et bande perforée, autres ordinateurs, etc.
- quatre langages de programmation, dont un intégralement en français, permettant l'utilisation la plus facile d'Alcyane (de l'assembleur à un Basic très évolué). Tri et séquentiel indexé complet.
- un choix étendu de programmes disponibles (comptabilités variées, adresses et routages, stocks, paie, traitement de texte, chauffage, dépouillement d'enquêtes, collectivités locales, etc.)
- entretien et assistance sur toute la France (représentations régionales), *leasing*.

DEMANDEZ-NOUS UNE DOCUMENTATION
OU VENEZ NOUS VOIR AU SICOB :
Stand 3C 3304
MBC B.P. 111 - 91403 ORSAY
Tél. : 907.78.26/23.28

Nous désirons recevoir votre documentation, et mieux connaître les possibilités offertes par vos installations

Nom ....
Société ....
Adresse ....
.... Tél. : ....


14.90
44.70
74.50
104.30
134.10

Le prix de la comptabilité

Claude Salzman
Ingénieur-conseil à la Cegos

Une récente enquête a permis de connaître le coût des services comptables informatisés en fonction de la taille des ordinateurs utilisés et de l'organisation. Ses résultats sont étonnants.

ON estime que 80 à 90 % des ordinateurs existant dans le monde sont utilisés à des travaux de gestion : paie, facturation, comptabilité, contrôle de gestion, stocks, production, distribution... Parmi ces travaux, les plus volumineux sont, sans aucun doute possible, les travaux comptables et para-comptables. Ils représentent à eux seuls 45 % de la charge machine. Les entreprises sont donc les plus gros consommateurs d'informatique, et leurs besoins sont loin d'être tous satisfaits. Grâce à elles, l'industrie informatique continue depuis vingt ans sa folle croissance, à un rythme de l'ordre de 10 à 20 % par an. Ce courant est si puissant que, partie de rien, l'informatique est devenue en peu d'années une des premières industries mondiales. Cette prodigieuse expansion de l'informatique peut inquiéter. La CEGOS vient d'effectuer une importante enquête auprès des entreprises pour mieux connaître l'efficacité des services comptables et financiers. Cette enquête est un bon outil permettant de mesurer l'impact réel de l'informatique sur les entreprises françaises.

Des utilisateurs satisfaits

Les responsables administratifs et financiers interrogés sont dans l'ensemble très satisfaits de l'informatique :

— 86 % estiment avoir réduit leurs délais d'obtention des résultats grâce à l'informatique,

— 74 % pensent que l'informatique a permis d'obtenir une nette amélioration de la qualité de leurs états comptables et financiers. On notera que seulement 10 % des entreprises ont constaté une faible ou une forte dégradation de la qualité des travaux ;

— en revanche, l'appréciation concernant l'évolution des coûts est plus mitigée : 30 % déclarent avoir subi une augmentation, 20 % pensent n'avoir constaté aucun changement, et 45 % des entreprises assurent avoir bénéficié d'une réduction.

On peut conclure que, dans l'ensemble, les entreprises sont très satisfaites de l'informatique. Cependant, on note en ce qui concerne la rentabilité de l'opération une légère réticence. L'analyse détaillée montre que ces jugements d'opinion sont en fait très subjectifs, et ne reflètent pas la réalité.

Tout se complique

Les faits sont beaucoup moins brillants. Ainsi, en ce qui concerne les délais de production des résultats comptables, les entreprises sont convaincues d'avoir réduit d'une manière importante leurs délais. Elles estiment que ce gain a été de l'ordre de 35 % en 6 ans. En fait, il n'en est rien. Lors de la précédente enquête, faite en 1971 par la CEGOS, le délai moyen des traitements était de 20,5 jours calendaires.

Il est aujourd'hui de 20,1 jours. Peut-on parler réellement d'amélioration ?

Contrairement à une idée couramment répandue, la généralisation de l'informatique n'a pas permis une réduction massive des délais de traitement comptables, tout au plus certaines entreprises ont utilisé les capacités des ordinateurs pour faire plus fréquemment des arrêtés de comptes.

De même, on constate qu'il n'y a pas eu, comme on le croit, dégradation des coûts. Entre 1971 et 1977, le coût comptable complet (service comptable, quote-part de l'informatique et participation des autres services) est resté stable, aux alentours de 1,5 à 1,6 % du chiffre d'affaires réalisé par l'entreprise.

Mais cette stabilité n'est qu'apparente. La forte croissance des chiffres d'affaires nominaux, due notamment à l'inflation, a masqué une croissance rapide des coûts comptables. Cette hausse est liée en grande partie à celle des salaires qui constituent près de 80 % du total des dépenses. On oublie trop souvent que l'informatique est aussi une activité de main-d'œuvre. En moyenne 50 % des budgets informatiques sont des dépenses de personnel, et seulement un tiers correspond au coût de location de l'ordinateur.

Le coût moyen de 1,6 % que l'on a mesuré, n'est qu'une moyenne. Elle varie selon la taille de l'entreprise, le secteur d'activité, les méthodes de travail, la taille de l'équipe comptable..

Une situation très diversifiée

On s'aperçoit notamment que le coût comptable complet varie d'une manière importante avec la taille de l'ordinateur employé pour effectuer les travaux comptables. Comme on le voit sur le premier tableau, les entreprises utilisant un très petit ou un très gros

ordinateur dont le coût de location est compris entre 6 000 F et 150 000 F par mois, ont des coûts nettement plus élevés.

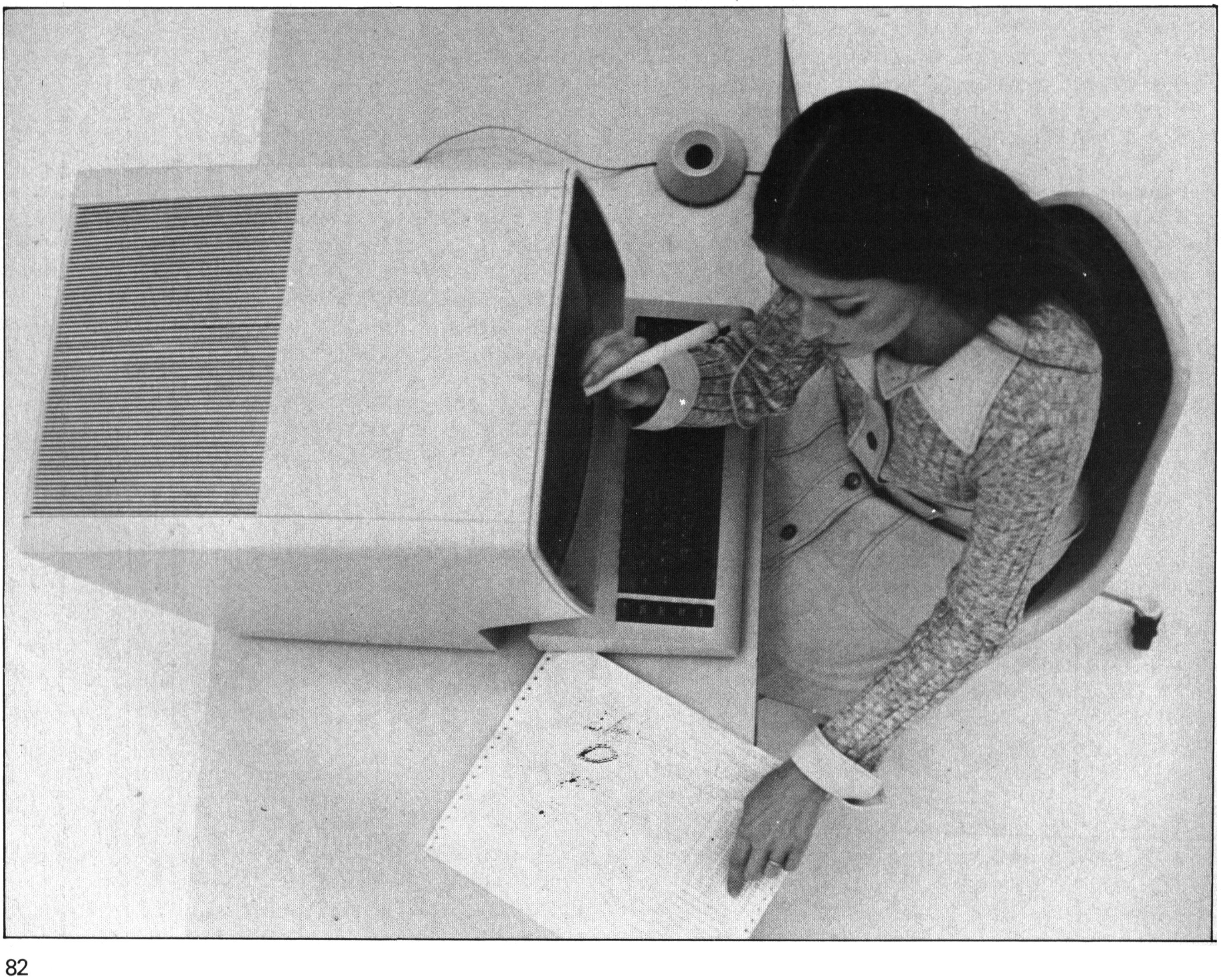
Cet écart, de l'ordre de 30 à 40 %, est important. Il est dû à la conjonction de deux phénomènes. D'une part, les volumes à traiter sont souvent faibles et ne permettent pas de bénéficier d'un effet d'économie d'échelle. De plus l'outil est souvent surpuissant par rapport au travail à effectuer. Aujourd'hui comme le constatait il y a dix ans déjà Mac Kinsey : « une part importante du parc ordinateur est très sous-employée, et beaucoup de travaux sont faiblement rentables ». D'autre part, les entreprises subissent les contraintes organisationnelles liées au traitement par lots : codification sur bordereau, perforation et vérification des cartes, traitement de contrôle, recyclage des erreurs, traitement proprement dit et édition.

Cette taylorisation du travail administratif a amené une diminution de l'intérêt du travail, voire une réelle déqualification des tâches. Mais surtout on a constaté que l'introduction de ces nouvelles méthodes de travail n'a pas toujours entraîné la disparition des anciennes méthodes. Elles se sont surajoutées. Ainsi toute une gangue administrative s'est développée et a proliféré autour de l'ordinateur. Et elle pèse de plus en plus lourd sur les budgets des services comptables et financiers.

Au contraire, les très petits ordinateurs en se substituant aux anciennes machines comptables et aux facturières, ont réussi une bonne intégration en

Informatique et productivité

Ratios	Entreprises les moins mécanisées	Entreprises les plus mécanisées
Effectif comptable/ Effectif total	4,1 %	4,8 %
Coût comptable/ chiffre d'affaires	1,7 %	1,8 %
PRODUCTIVITÉ		
Nombre de pièces/effectif comptable complet	4 300	1 600
Lignes comptables/effectif comptable strict	18 190	24 400
COMPLEXITÉ		
Lignes comptables/ nombre de pièces	2,4	7,5



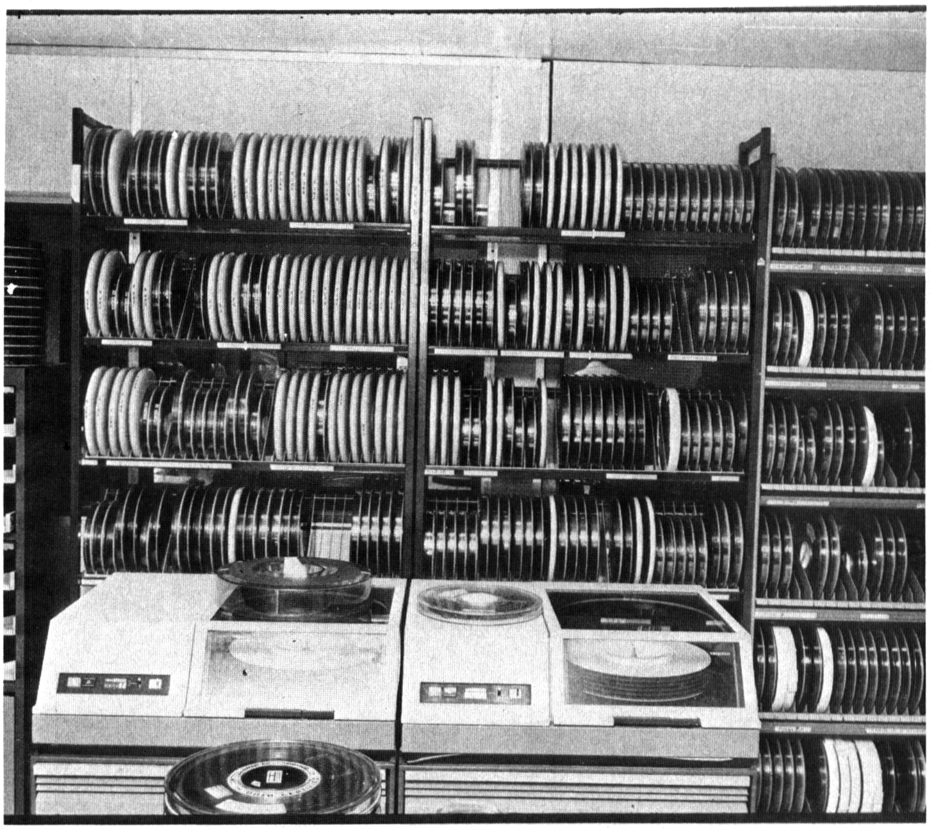
Correction sur écran avec un « light-pen ».

apportant la puissance de l'ordinateur directement au niveau du poste de travail. Grâce à cette intégration, on empêche efficacement toute tentative de maintenir des travaux en double, on limite ainsi toute tendance spontanée au sur-effectif et à l'accroissement des coûts.

De la même manière, les très gros ordinateurs, exploités en multiprogrammation et en télé-traitement arrivent, grâce à leurs réseaux et à leurs nombreux terminaux, à faire descendre jusqu'au poste de travail les capacités de l'ordinateur. Naturellement ceci est le privilège des très grandes entreprises.

L'ensemble de ces considérations économiques condamne l'avenir des machines petites et moyennes. Bientôt il n'y aura plus que deux sortes d'ordinateurs : les super-ordinateurs et les micro-ordinateurs.

De même les contraintes qu'impose le traitement par lots condamnent cette méthode de travail. Les délais sont trop longs, et les plannings sont ressentis comme étant trop contraignants. Ils obligent à effectuer certains travaux en double... L'analyse détaillée montre que l'emploi conjoint d'un micro-ordinateur, ou même d'une simple machine comptable, pour saisir les mouvements comptables au jour le jour, et en fin de mois le recours à un ordinateur pour effectuer les traitements de masse, permet à lui seul de réduire l'effectif comptable nécessaire de 20 à 30 %. En combinant ces deux moyens de traitement, le très petit ordinateur pour les travaux au jour le jour et le gros pour les traitements périodiques, on accroît l'efficacité tout en supprimant les contraintes liées à l'une ou à l'autre solution. Aurait-on ainsi sans le vouloir trouvé le moyen de relever le niveau de la productivité comptable ?



En dépit de la généralisation de l'informatique, la productivité administrative et comptable des entreprises françaises reste faible.

Une productivité anormalement basse

L'enquête que nous avons effectuée montre que, malgré la généralisation de l'emploi de l'informatique dans les entreprises françaises, la productivité administrative et comptable reste, dans l'ensemble, faible. Elle se mesure par le nombre de pièces justificatives (factures, chèques, bulletins de paie...) traitées par an et par comptable. En moyenne elle est de 5 000 pièces par an et par comptable. Ce niveau n'est pas très élevé. Mais ce qui est plus préoccupant, c'est que plus de 45 % des entreprises françaises ont une productivité inférieure à 3 000 pièces par an. Seulement 12 % dépassent le seuil de 10 000. Le gros de la troupe se débat dans une situation peu produc-

computer shop Janal :
C'EST SUR !

Notre matériel	Votre choix
Notre compétence	Votre sécurité
Notre catalogue	Votre choix
Notre service après-vente	Votre sécurité
Notre logiciel (sur mesure)	Votre choix
Nos interfaces spéciaux	Votre sécurité

Computer Shop Janal
12, rue Pasquier — 75008 PARIS - Tél. : 266 39 48

Si vous désirez recevoir notre documentation complète, renvoyez ce bulletin en y joignant la somme de 10 F en timbre poste pour frais d'envoi

Nom....................................
....
Profession ....
....
Adresse ....
....
....
....

A expédier à :
Computer Shop Janal
12, rue Pasquier
75008 PARIS

A l'Abeille-Paix Vie, changement d'un disque d'une unité de 25 millions d'octets.

Informatique et côuts comptable	
Taille de l'ordinateur et coût de location mensuelle	**Coût comptable complet Chiffre d'affaires**
Très petit, moins de 6000 F/mois	1,3 %
Petit, de 6000 à 40000 F/mois	1,8 %
Moyen, de 40000 à 150000 F/mois	1,7 %
Gros, plus de 150000 F/mois	1,4 %
Taux moyen	**1,6 %**

tive. Seule une minorité parvient à être réellement efficace.

Il y a quelques années, lorsqu'on s'était décidé à mécaniser le traitement des applications comptables et administratives, on avait espéré obtenir une amélioration substantielle de l'efficacité : réduire les délais, abaisser les coûts, limiter les effectifs. Comme nous l'avons vu, il n'en a rien été. Au contraire ! Nous avons découvert avec étonnement en comparant les entreprises qui ont le plus mécanisé et celles qui ont le moins mécanisé, que ces dernières étaient paradoxalement les plus efficaces.

Non seulement les entreprises ayant le plus automatisé, ont des effectifs comptables supérieurs (4,8 % contre 4,1 %), mais elles sont de plus nettement moins productives. L'écart est de 1 à 2,7 ce qui est considérable. Lorsqu'on pousse l'analyse, on s'aperçoit que les volumes ainsi traités, mesurés à l'aide du nombre de lignes comptables, sont en revanche voisins. En fait, nous assistons là à un curieux phénomène de complexification du travail : là où une facture donnait lieu à 2,4 écritures, on passe aujourd'hui 7,5 écritures, soit trois fois plus d'écritures pour le même travail. Tout se passe comme si on avait profité de la puissance de traitement de l'ordinateur pour rendre le travail plus complexe ! On s'est laissé aller à une tendance bien française : le perfectionnisme. Mais le plus grave est qu'on a progressivement, inconsciemment, substitué aux objectifs d'origine : l'efficacité, le délai... cet objectif dangereux et coûteux. Ceci fait qu'aujourd'hui nous avons en bonne partie perdu les avantages qu'on pouvait attendre de l'informatique. Etonnez-vous après cela que l'informatique suscite des craintes et des doutes !

Relever le défi de la productivité comptable

Mais cette situation est redressable. Contrairement à ce qu'affirment les pessimistes, il n'y a pas eu entre 1971 et 1977 de baisse de productivité. Nous avons mesuré au cours de cette période un gain de l'ordre de 20 %, soit une croissance de 3 % par an. malgré ces gains, on a cependant observé une augmentation des effectifs comptables de l'ordre de 4,5 % par an. Ceci est dû à un important phénomène de croissance différentielle des productivités.

Pendant que la productivité des travaux administratifs augmente de 3 % par an, celle des travaux de

production augmente de 8 à 9 %. Cet écart de productivité amène inéluctablement un alourdissement des effectifs administratifs. Plus on réalisera de gains au niveau de la production, plus l'effectif administratif tendra à constituer une part croissante de l'effectif total de l'entreprise.

Cette loi d'airain est d'autant plus préoccupante qu'elle est cumulative. Si cette tendance persiste on peut dès aujourd'hui prévoir qu'entre 2040 et 2060 tous les salariés des entreprises feront de la comptabilité. Lorsqu'on arrive à de telles prédictions, on peut prévoir sans risque de se tromper qu'une innovation majeure va se produire. Avant la guerre, face au « boom » du téléphone, de beaux esprits avaient prédit qu'en cinquante ans toute la population féminine des Etats-Unis serait employée comme standardistes ; c'est alors que sont apparus les centraux automatiques. De la même manière on peut dès aujourd'hui être certain qu'une ou des mutations majeures vont se produire dans les années à venir, de façon à relever le défi de la productivité comptable.

Trois lignes d'actions

Il est raisonnable de penser que cette ou ces mutations vont être le résultat de la conjonction de plusieurs facteurs. En l'état actuel des choses, l'avenir semble dominé par trois tendances :
— la descente de l'ordinateur jusqu'au niveau du poste de travail ;
— le passage de l'informatique réservée à quelques privélégiés à une informatique de masse ;
— le renouveau de la pensée organisation.

La seule incertitude reste le délai dans lequel cette révolution s'accomplira. Il sera essentiellement fonction du coût et de l'efficacité des solutions proposées.

Le rapprochement de l'ordinateur du poste de travail est le résultat logique de la révolution de la micro-électronique. En miniaturisant les composants et en poussant l'intégration, on a réussi à augmenter la fiabilité, tout en réduisant les coûts. On dispose aujourd'hui, de petites machines performantes, de moins en moins chères, capables d'effectuer, en temps réel, des tâches de plus en plus complexes. On peut, dès aujourd'hui, trouver sur le marché des matériels capables de s'intégrer sans difficulté au poste de travail, soit à l'aide de clavier-écran, soit grâce à des terminaux spécialisés par secteur professionnel : banque, super-marchés... La principale difficulté reste la mise au point des logiciels. Si le coût des équipements s'effondre, le coût des programmes ne cesse, lui, de croître et bientôt il sera équivalent au coût du matériel et même le dépassera.

Pour que l'ère de l'informatique de masse survienne, il est nécessaire de faire sauter ce goulet d'étranglement. Depuis de nombreuses années, un certain nombre de constructeurs d'ordinateurs et de sociétés de service en informatique tentent de vendre des produits-programmes que l'on appelle des « packages ». En Europe, et particulièrement en France, le marché reste très réticent, particulièrement en matière de gestion. Le changement peut provenir de deux directions :
— l'apparition des machines dédiées : il s'agit de machines spécialisées, prêtes à l'emploi, adaptables mais non modifiables. Il existe dès aujourd'hui des calculatrices de paie, capables de réaliser 200 bulletins par jour et pouvant traiter environ 80 % des cas existants ;
— la normalisation des applications de gestion les plus courantes. Ce n'est qu'en standardisant qu'on arrivera à limiter le particularisme persistant, et à tuer cette tendance profonde au perfectionnisme.

Mais la mutation la plus importante aura lieu au niveau de la pensée organisation. Découverte de l'après-guerre, l'organisation a été un des facteurs qui a permis les remarquables gains de productivité que l'on a connus depuis, et ainsi fortement contribué à la croissance économique.

Avec le développement de l'informatique, on a assisté dans le domaine de la gestion à un curieux phénomène. L'organisation est devenue une sorte d'accessoire, de complément, le principal revenant à l'ordinateur. L'expérience montre que l'on aboutit à des solutions lourdes. Il est aujourd'hui nécessaire de renverser l'ordre des priorités en recréant, s'ils ont disparu, de véritables bureaux des méthodes administratives.

Ce n'est qu'en redonnant la primauté à l'homme au travail, en ayant confiance dans ses capacités, surtout s'il est assisté par des outils performants et faciles à mettre en œuvre, qu'on arrivera à réaliser les progrès que l'on peut raisonnablement attendre de l'informatique. ●

nous construisons l'informatique
A L'ENVERS
pour qu'elle tienne debout !

Ne venez pas nous demander d'installer un gros système central qui plus tard donnera naissance à de nombreux terminaux.

Parce qu'il existe maintenant des micro-ordinateurs connectables qui redonnent un intérêt aux tâches de l'utilisateur, nous préférons rendre d'abord l'informatique familière. Puis la faire évoluer par le partage de ressources et de fichiers communs.

Cette informatique qui peut commencer par la bureautique, nous savons la développer pour les petites comme pour les grandes organisations.

Société de Formation au Management

36, rue Sergent Michel Berthet
69009 LYON - Tél. (78) 83.65.52

66, boulevard Vincent Auriol
75013 PARIS - Tél. (1) 585.08.10

Les petites machines d'IBM

B. Vial
Direction du Marketing DSGD IBM France

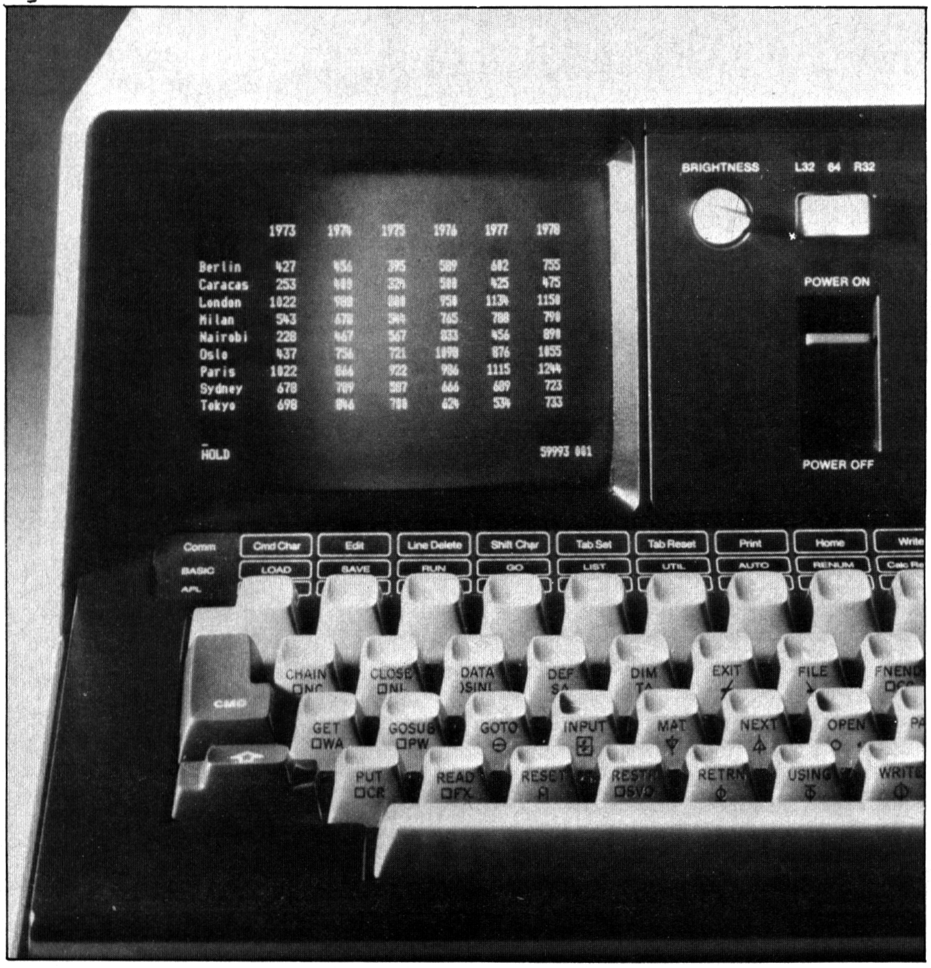
Quand le géant de l'informatique fabrique des micro-ordinateurs.

CONTRAIREMENT à une idée assez répandue, IBM s'est toujours intéressé aux petits ordinateurs ; dès 1960, ses laboratoires mettaient au point l'IBM 1401, ordinateur de gestion, dont les différents modèles furent répandus dans tous les types d'entreprises quelle que soit leur taille. Cinq ans plus tard, en 1965, les 360/20, bas de gamme de la famille des ordinateurs IBM 360, venaient à leur tour équiper nombre d'entreprises moyennes qui s'ouvraient ainsi à l'informatique.

Le SICOB 1969 marque l'annonce de l'IBM 3 - Modèle 10, premier né d'une famille d'ordinateurs qui devait compter six modèles complémentaires : cartes perforées de format réduit et cependant de capacités étendues, disques magnétiques capables de fournir 10 millions d'octets au traitement de l'unité centrale, les équipaient dès cette époque.

Les structures de la Compagnie, elles aussi, s'adaptent progressivement aux besoins spécifiques des utilisateurs de petits systèmes ; en 1974 est créée la Division des Systèmes de Grande Diffusion - DSGD - dont la mission est le développement, la fabrication et la commercialisation des ordinateurs IBM petits et moyens, les systèmes informatiques importants constituant la responsabilité de la « Division Ordinateurs ». En 1975, un pas nouveau est franchi avec la création du « Groupe de Grande Diffusion », qui constitue une Direction générale propre, réunissant la DSGD et la Division des Matériels de Bureau : machines à écrire électriques, composeuses, machines à dicter et, plus récemment, «systèmes de bureau».

Les utilisateurs de produits de la DSGD sont tout naturellement nombreux chez les PME et PMI, mais ces ordinateurs intéressent également les établissements décentralisés des grandes entreprises et des administrations ; leur caractéristique principale est leur simplicité d'emploi, qualité nécessaire pour la clientèle qui les emploie.

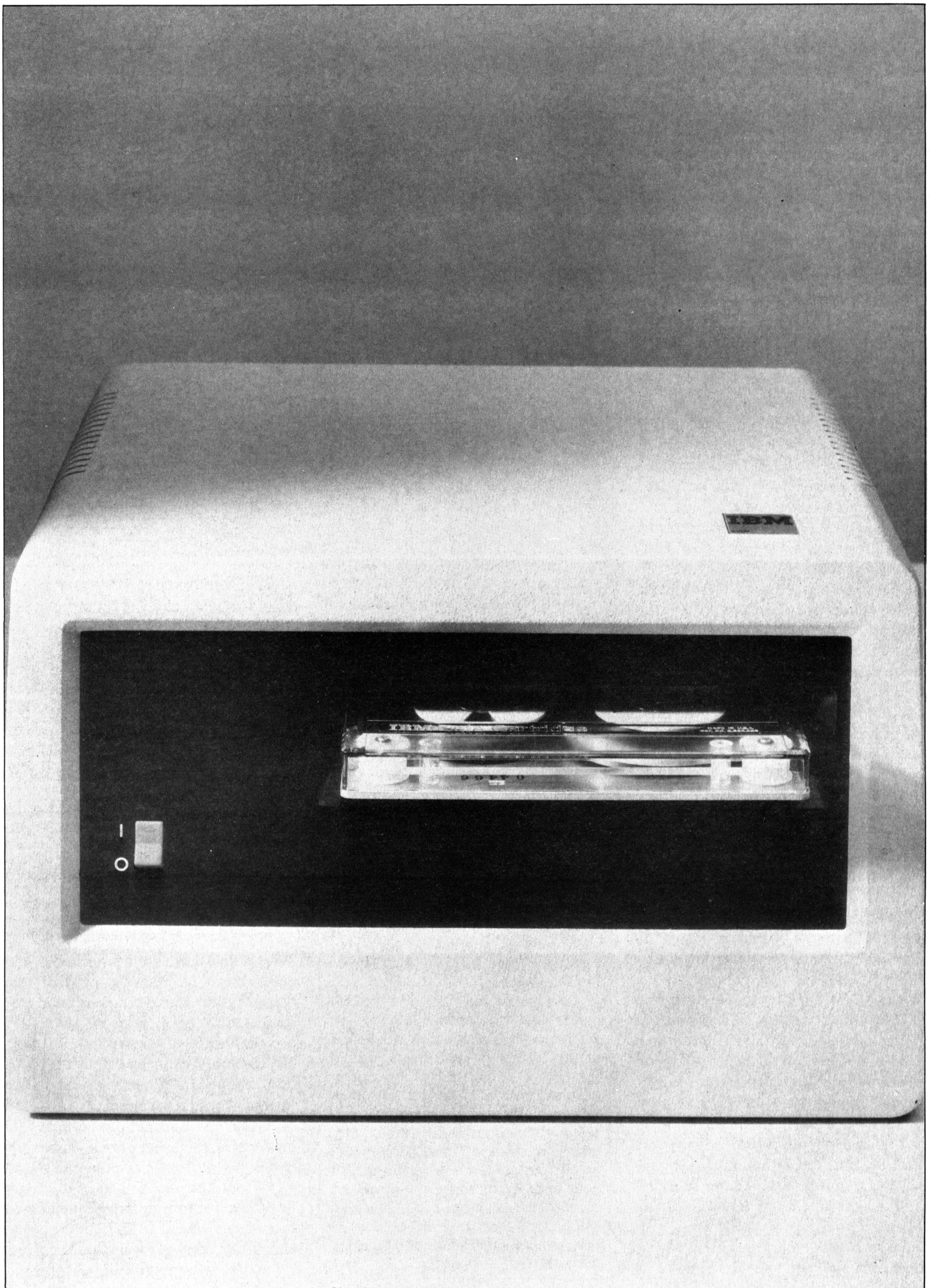


Une gamme étendue

De 1975 date un événement de l'histoire informatique : l'installation des premiers IBM 3 - Modèle 8 -, marque en effet la disparition de la traditionnelle « carte perforée » remplacée en tant que support des informations alimentant l'ordinateur par le MINI-DISQUE : il pèse 50 grammes, peut contenir 256 000 octets sur chaque face et est réutilisable.

L'enregistrement des données sur le minidisque est réalisé par l'« Enregistreur 3741» qui, connecté en entrée directe à l'IBM 3 - Modèle 8 -, se

De dimensions assez restreintes pour permettre de l'installer sur une table, l'IBM 5110 a été annoncé en janvier 1978 et constitue la version améliorée de l'Ordinateur Portable 5100 de 2 ans plus ancien.
C'est l'outil de ceux qui ont à effectuer des calculs techniques, statistiques, prévisionnels ou financiers, car il aide dans leurs prises de décision les gestionnaires, les comptables, les ingénieurs, les techniciens et les financiers.
Mais c'est aussi le plus petit système de gestion d'IBM que la présence de minidisques rend compatible avec les autres ordinateurs de la Compagnie dont il peut aussi devenir le satellite. Le 5110 utilise deux langages : le BASIC et l'APL. Des brochures pédagogiques fondées sur le principe de l'auto-éducation permettent à l'échelon individuel de se servir rapidement de la machine.



Le dérouleur de bandes magnétiques auxiliaires 5106.

substitue au traditionnel lecteur de cartes perforées.

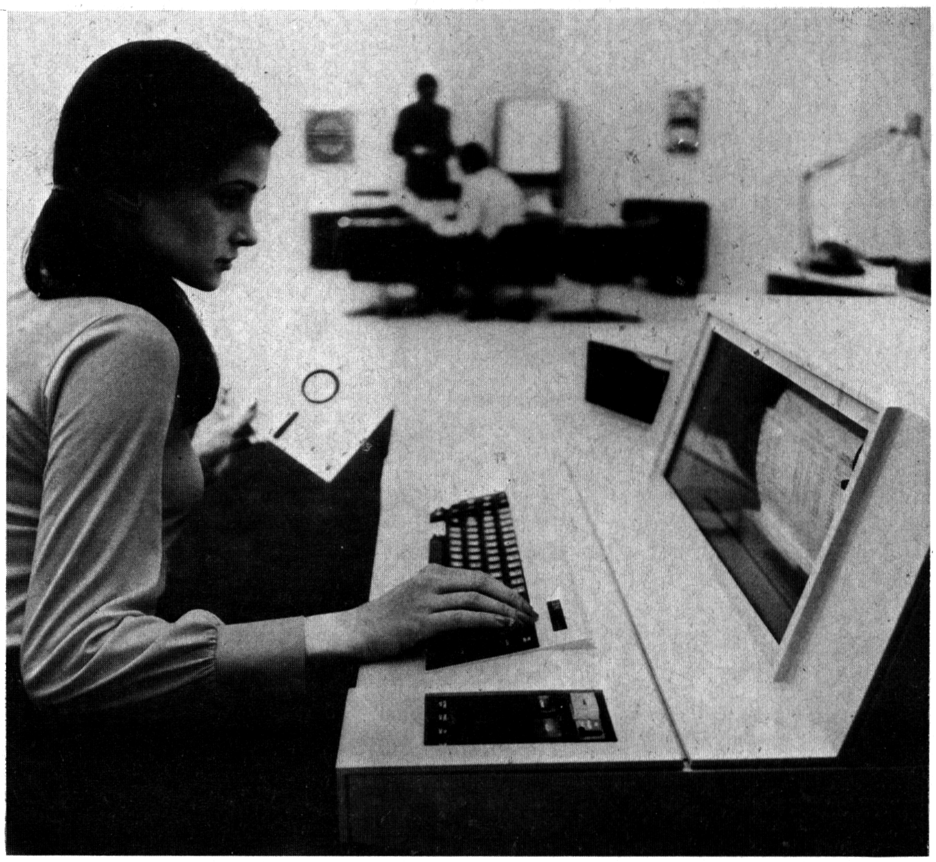
De fait, à partir de 1975, tous les systèmes IBM annoncés par la DSGD utiliseront le minidisque, support privilégié des données et des programmes.

C'est le cas en particulier de l'IBM 32 dont les premières installations commencent en 1975, avec lui, lecteur/enregistreur de minidisques, et de disques fixes, unité d'impression, tous les organes d'impression, tous les organes du système sont contenus dans un ordinateur de la taille d'un meuble de bureau. Un écran permet le dialogue entre l'utilisateur et le système. Tous les systèmes de la DSGD possèdent un écran/clavier (monoposte) ou plusieurs (multipostes).

Parallèlement les applications de télétraitement se développent sur la ligne IBM/3 rénovée par l'adoption de la technologie MOSFET (transistors à effet de champ), et de nouveaux adaptateurs de transmission permettant des vitesses d'échange élevées entre l'ordinateur et ses postes terminaux écran-clavier.

Sur le plan du logiciel, les développements continus du moniteur de télétraitement permettent l'exécution de plusieurs tâches à partir de n'importe quel poste terminal : c'est la réalisation du concept « multitransactionnel » qui nécessite la présence des différents fichiers « en ligne », c'est-à-dire stockés sur disques. Les annonces des grosses capacités disques des IBM 3/12 (1975) et 3/15 - Modèles C et D (1976) permettent d'avoir tous les fichiers d'une entreprise moyenne « sous la main » de l'utilisateur.

Chaque année est importante pour la DSGD : 1976 lui apporte son premier ordinateur « portable » l'IBM 5100 ; en 1977, l'IBM 34 dans la ligne du Système 32, ordinateur dont les postes de travail ont été conçus pour faciliter son utilisation par le gestionnaire non-informaticien. La même année, la Série 1, premier véritable mini-ordinateur d'IBM, pour les calculs techniques et les contrôles d'énergie réalisés jusqu'alors sur les IBM/7, mais aussi pour la gestion. Le début de 1978 souligne la volonté d'IBM de répondre aux besoins des utilisateurs les plus petits : « portable », équipé d'unités minidisques et d'impression, tel est l'IBM 5110. C'est actuellement, avec l'enregistreur de données 3741, équipé de 4 ou 8 000 positions de mémoire, le plus petit système de gestion d'IBM.



L'IBM 32 a été conçu tout spécialement pour les PME ; c'est un ordinateur, monoposte, de la taille d'un meuble de bureau, contenant tous ses éléments constitutifs (unité de traitement, mémoire, unités de minidisque, disque fixe, imprimante). Il peut être installé dans une ambiance bureau sans climatisation particulière. Il dispose d'un langage de programmation clair et précis le GAP II, d'un système d'exploitation performant, ainsi que de logiciels d'application rendant le système aussi transparent que possible pour les utilisateurs. Il peut travailler sans la présence permanente d'un pupitreur ; enfin, on peut interrompre les travaux en cours à tout moment pour interroger un fichier.

Son prix — de 5000 à 10000 franc de location mensuelle — permet aux entreprises les plus petites d'en trouver facilement la rentabilité. Les Systèmes 32 intéressent tous les secteurs d'activité. Les professions libérales : notaires, huissiers, cabinets médicaux, courtiers ont également apprécié sa simplicité, sa facilité de mise en service et d'exploitation.

L'IBM-série 1

C'est le mini-ordinateur d'IBM aux utilisations les plus variées ; qu'on en juge : acquisition et entrées de données, calculs, surveillance d'installations industrielles, contrôle d'énergie. Sa conception autorise la connexion de multiples instruments spécialisés ou d'unités périphériques classiques, car la Série 1 est également un ordinateur de gestion.

On « taille » le système en fonction des besoins, qu'il s'agisse de l'unité de traitement et de mémoire — sous forme de « processeur disques », « processeur écran », « horloge » contenus dans des tiroirs — et d'unités périphériques classiques telles que : disques, mini-disques, claviers-écrans, imprimantes ; l'on peut ainsi relier jusqu'à 256 unités d'Entrée/Sortie au système.

Autre particularité, la Série 1 s'intègre aux réseaux d'informatique distribuée en sorte que professionnels de l'informatique ainsi qu'utilisateurs expérimentés, ont toute latitude de composer le système à leur mesure, assurés d'en tirer le meilleur parti grâce aux 3 systèmes d'exploitation existants. Des microprocesseurs d'Entrée/Sortie relient les différents éléments périphériques (au nombre de 256 maximum) au processeur principal et à la mémoire, par l'intermédiaire d'un canal asynchrone dont le débit est de 1 330 000 ou 1 660 000 octets/seconde.

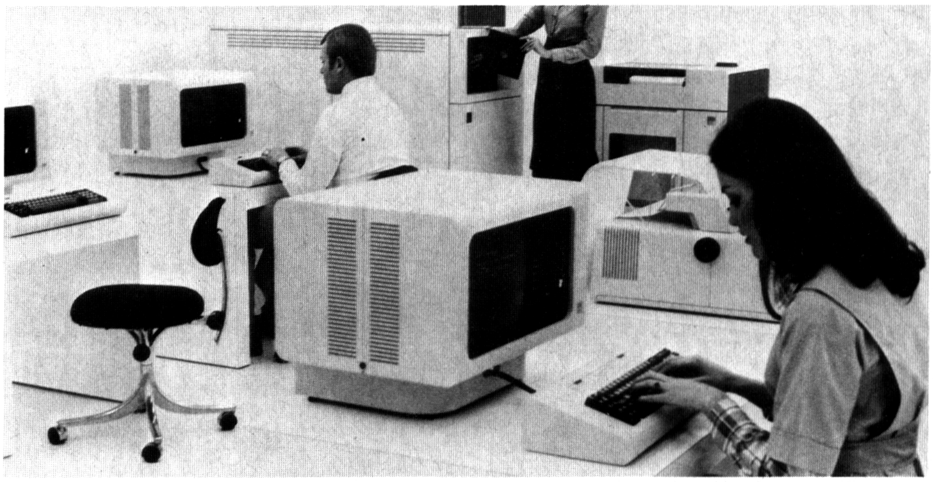
Le développement des technologies, celui des logiciels de contrôle et d'application, les connaissances approfondies des systèmes qu'ont acquis les professionnels de l'informatique, tout cet ensemble contribue à mettre à la disposition de l'utilisateur final l'outil le plus adapté à ses besoins.

Il en va en informatique comme en matière de transport aérien. Les compagnies importantes disposent d'avions « gros porteurs », voire de supersoniques, d'avions cargo long-courriers, de moyen-courriers, d'hélicoptères. A chacun de ces types d'appareil, correspond un certain type de transport à effectuer.

De même, une grande entreprise commerciale ou industrielle pourra, si son type de structure le permet, et si son système d'information doit être de type centralisé, s'équiper d'un ou de plusieurs ordinateurs de type gros porteur, capables de gérer des bases de données et des bibliothèques de programmes considérables, d'avoir sous son contrôle direct, une multitude de terminaux faisant appel aux fichiers centraux : les applications de réservation aérienne, chemins de fer, ventes par correspondance sont des exemples types d'informatique centralisée.

D'autres entreprises importantes auront recours à des moyens courriers - entendons petits systèmes - si la structure de l'entreprise et la nature des applications sont de type décentralisé : le contrôle de production d'une unité de fabrication n'ayant pas d'interaction sur les autres usines de l'entreprise, la gestion d'un département exportation avec fichier de clientèle totalement différent de celui de la clientèle intérieure, sont des exemples relevant de l'informatique répartie.

Dans ce deuxième type d'organisation pour les traitements opérationnels locaux, les petits ordinateurs IBM DSGD ont bien évidemment leur place ; le choix du système dépend alors des volumes et de la nature des applications à réaliser : les échanges avec l'organisme central, pour la consolidation des résultats s'effectuent par envoi de minidisques.



Le constructeur dit de l'IBM 34 qu'« il rayonne dans l'Entreprise » parce qu'il est composé de plusieurs postes de travail et qu'il a été conçu pour exécuter des traitements interactifs multitransactionnels ; on désigne ainsi la possibilité d'exécuter, à partir de chacun des postes, l'ensemble des applications dont les programmes sont stockés sur disques. Les postes de travail eux-mêmes disposent d'écrans particulièrement étudiés présentant des avantages tels que double brillance, clignotement, zones soulignées, inversion, séparateurs de colonnes.

La coexistence d'applications de types centralisé et décentralisé est très fréquente : le système d'information de l'entreprise est alors basé sur les ordinateurs périphériques reliés par intermittence ou continuellement à des systèmes centraux généralement plus importants. Cette informatique distribuée est la plus fréquente. Les ordinateurs de la DSGD y ont leur place puisqu'ils peuvent communiquer avec tous les ordinateurs IBM de même type ou de type supérieur.

Si le système d'information d'une entreprise est défini en fonction des problèmes clés de cette entreprise, il existe toutefois un nombre considérable de besoins qui étaient jusqu'alors couverts soit manuellement, soit à l'aide de machines comptables ou à calculer plus ou moins complexes. La mini-informatique couvre maintenant ces besoins annexes qui ne sont pas programmés sur le système central, car ce sont de bien petits problèmes comparés à ceux couverts par le système d'information de l'entreprise. Les plus petits systèmes de la DSGD répondent à cette demande considérable, comme ils répondent aux besoins des plus petites entreprises qui auront souvent recours à un système unique, monoposte.

A l'utilisateur le dernier mot

De 4 000 à 512 000 octets de mémoire centrale, de 256 000 à plus de 500 millions d'octets en ligne sur disque, la gamme des petits systèmes IBM DSGD est très étendue et couvre une très large gamme de besoins. Ils sont complémentaires des plus grands systèmes : une ligne d'avions ne desservant que les îles toutes proches d'un littoral n'utilisera que de petits appareils à faible rayon d'action, IBM 5110 - IBM 32 - petite configuration Série 1. Lorsqu'il s'agira de s'envoler de Paris pour Tokyo, à moins de vouloir réaliser un exploit sportif, on utilisera bien naturellement un gros porteur à grand rayon d'action.

Seul à parfaitement connaître la structure de son entreprise, les besoins à satisfaire, les problèmes à résoudre, les erreurs à rectifier, les projets à réaliser, c'est finalement l'utilisateur qui peut en connaissance de cause faire le choix du meilleur système informatique parmi les nombreuses possibilités qui s'offrent à lui. ●

La gamme des petits systèmes IBM - DSGD

TYPE	5110	32	34	3/12	3/15	SÉRIE 1
Date annonce	01/78	04/75	04/77	07/75	75/76	05/77
Caractéristiques générales	Monoposte	Monoposte	Multipostes			
Mémoire taille maxi milliers d'octets	64	32	128	96	512	256
Capacité disque maxi millions d'octets			128	90	500	⊗
Capacité minidisque millions d'octets		0,350	23×1,2	0,256	0,256	⊗
Nombre postes de travail						
Local		1	8	12	15	⊗
A distance			64	30	30	⊗
Langages		X	X	X	X	
GAP II		X	X	X	X	X
COBOL		X	X	X	X	X
FORTRAN						X
PLI						
APL-BASIC	X					

Série 1 ⊗ jusqu'à 256 entrées/sorties adressables

Alcyane et l'architecture nodale

Jean-Pierre Bouhot - Georges Cottin
Directeurs de MBC Alcyane.

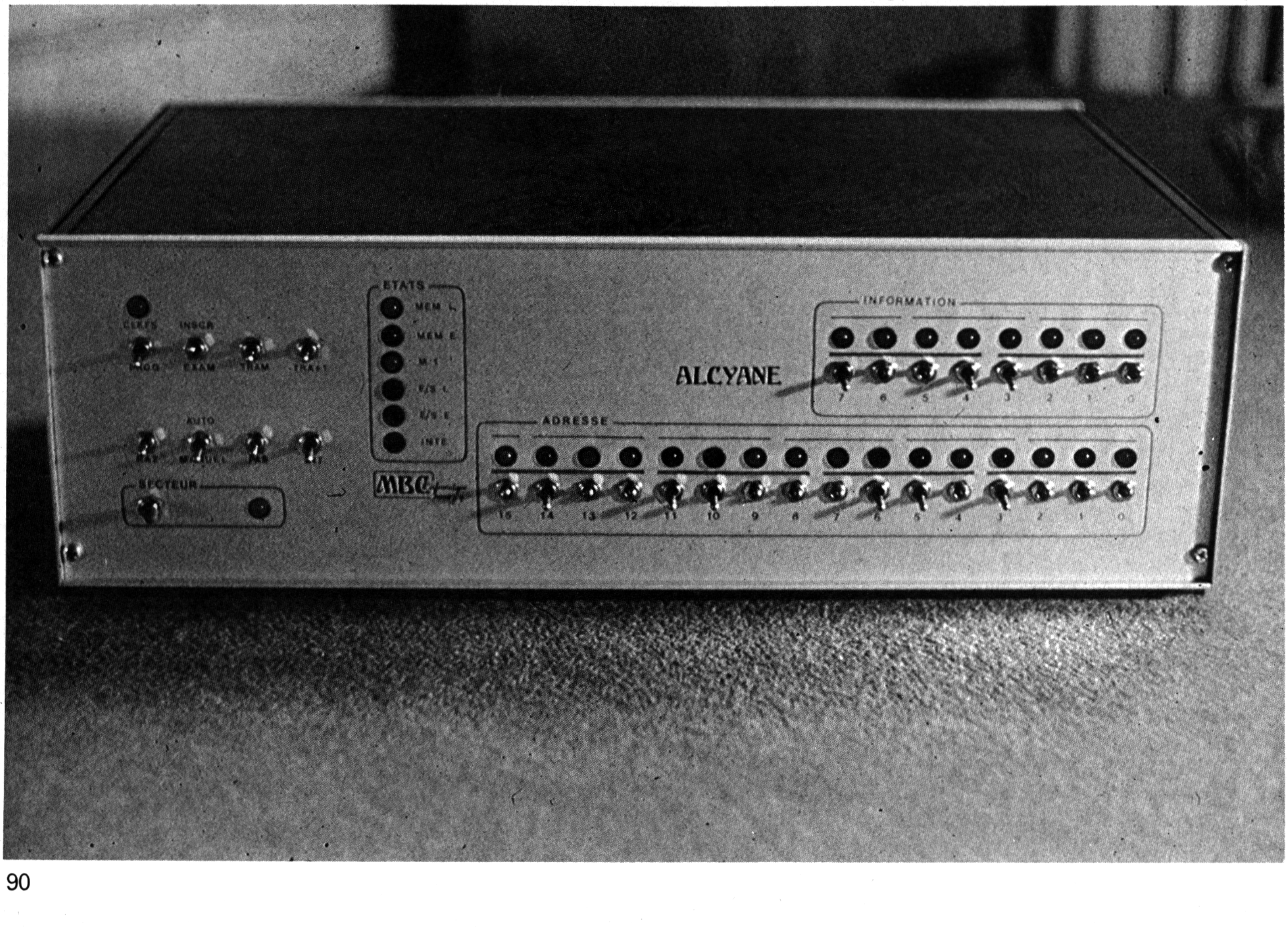
Un cerveau d'ordinateur n'occupe plus une pièce entière, il tient aujourd'hui dans un petit coffret

ALCYANE est un petit ordinateur formé d'un système cohérent et complet de modules spécialement conçus pour fonctionner en combinaison les uns avec les autres : quatre types de disques souples ou durs, trois types d'écrans (dont un de traitement de texte et un graphique), sept types d'imprimantes, des machines à dessiner, des pistolets de lecture optique, des modems, peuvent être connectés par les modules d'entrée-sortie. (Schéma A).

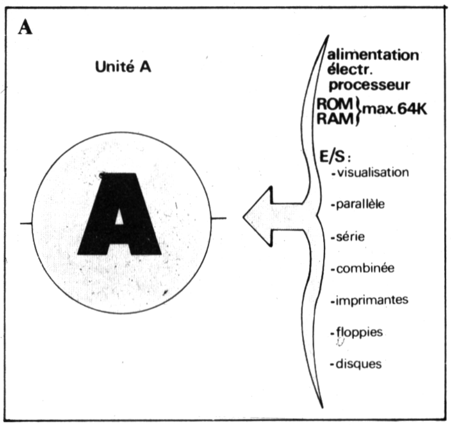
Par ailleurs le Basic (en français si on le désire) permet d'utiliser le tout, sans nécessité d'avoir recours aux arcanes de l'assembleur. Nous sommes donc en possession d'un système, le système Alcyane.

Que représente-t-il comme puissance de traitement ?

Commençons par répondre au niveau d'un seul coffret, avec sa carte processeur, ses modules mémoire morte (ROM), mémoire vive (RAM, entièrement statique pour la sécurité) et entrées/sorties. Le processeur exécute plus de 200 000 instructions d'assembleur par seconde, mais ce sont des instructions moins élaborées que celles des gros ordinateurs. Un calcul précis (méthode « Gibson mix ») effectué pour la gamme classique des travaux de gestion nous ramène à un peu plus de 10 000 instructions par seconde. Ce chiffre est fort honorable, à vrai dire surprenant : il place Alcyane à mi-chemin entre deux ordinateurs IBM qui furent les chevaux de bataille de ce



A



constructeur en seconde et troisième génération d'ordinateurs ! C'est là qu'on mesure pleinement les progrès dus à la micro-électronique. L'unité centrale qui occupait une grande pièce climatisée est maintenant là, dans un coffret de 45 cm et de 8 kilos ! Elle coûtait 1 500 000 F contre aujourd'hui 15 000 F. Le prix a tout simplement baissé de 99 %. (Schéma B).

Cavalier seul pour la PME

Naturellement, la première utilisation est de mettre une seule unité Alcyane par système. Ceci correspond à la configuration de plus grande diffusion, qui comprendra, outre Alcyane :

— un clavier type machine à écrire,

— un écran d'affichage : les modules de visualisation permettent d'utiliser un moniteur TV ou récepteur TV,

— deux minidiskettes souples permettant de stocker le fichier articles, les comptes clients ou les statistiques médicales,

— une imprimante à aiguilles permettant l'impression des documents, en exemplaires simples ou multiples.

Un tel système, dont le matériel est vendu 35 000 F hors taxes, met pour la première fois l'ordinateur à la portée de la petite PME. Matériel et programmes d'applications courants en leasing sur 5 ans (2,3 % par mois environ), plus le contrat de maintenance, représentent en gros 1 200 F par mois seulement !

Fondamentalement, un tel petit ordinateur est conçu pour travailler *en temps réel,* ce qui était jadis l'apanage d'ordinateurs lourds évolués au logiciel complexe. On entre l'information au clavier, elle s'affiche à l'écran, on peut la corriger (le programme aide à détecter les erreurs), puis elle est traitée par la machine : si c'est une ligne de facture elle est calculée, le stock mis à jour, l'enregistrement client aussi et la facture s'imprime aussitôt. C'est *l'informatique transactionnelle,* opposée au traitement par lots où une masse de transactions est accumulée pour traitement en bloc en fin de période (mois, décade, etc.).

Une heure après, on aura chargé en cinq secondes le programme de devis, et après simple entrée des nomenclatures et quantités, même nombreuses, Alcyane éditera dans la minute un devis lettré et chiffré impeccable, suivi d'une analyse de la marge brute, des charges de main-d'œuvre, etc.

Un peu plus tard, on entrera les écritures pour le brouillard comptable, avec l'avantage d'un bilan constamment à jour et affichable ou imprimable à la demande.

Un autre utilisateur sortira, lui, un listage complet définissant une installation de chauffage central avec calcul des déperditions thermiques, nouvelles normes d'isolation, etc.

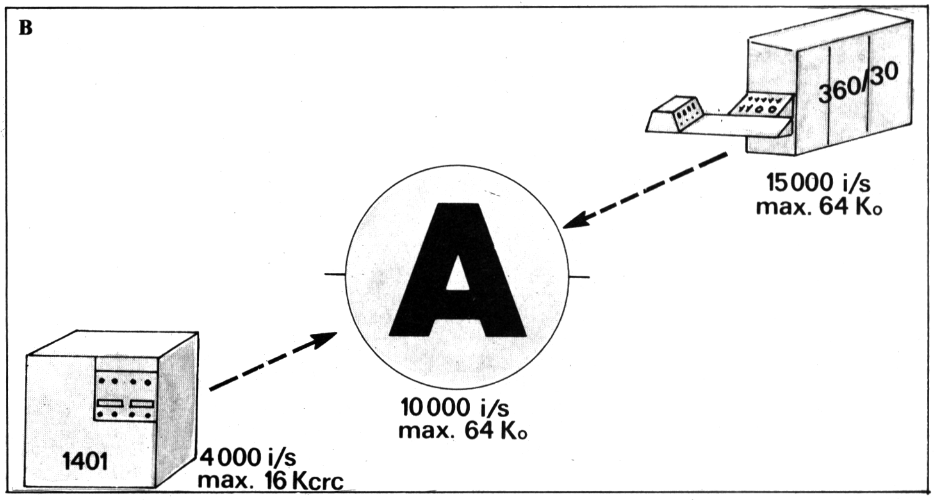
Arrêtons de citer des applications : des statistiques à l'hôpital, à la comptabilité ordonnateur des établissements scolaires, en passant par la gestion municipale ou celle des PMI de construction métallique, elles sont innombrables et souvent même imprévues pour le constructeur lui-même ! Dans le domaine scientifique, en connexion avec de l'appareillage ou en simple calcul, en sortie à l'écran graphique ou sur machine à dessiner, elles sont également fort diverses.

Les mégadiskettes souples (plus de 600 000 octets par unité) permettent d'aborder des applications plus importantes. Avec deux unités, on a plus d'un million d'octets accessibles en temps réel, pour un coût matériel de 53 000 F. Enfin, on peut ajouter un deuxième clavier et un deuxième écran pour 4 000 F, permettant par exemple la mise à jour d'un fichier sur un poste et l'interrogation d'un autre fichier sur le second poste. (Schéma C).

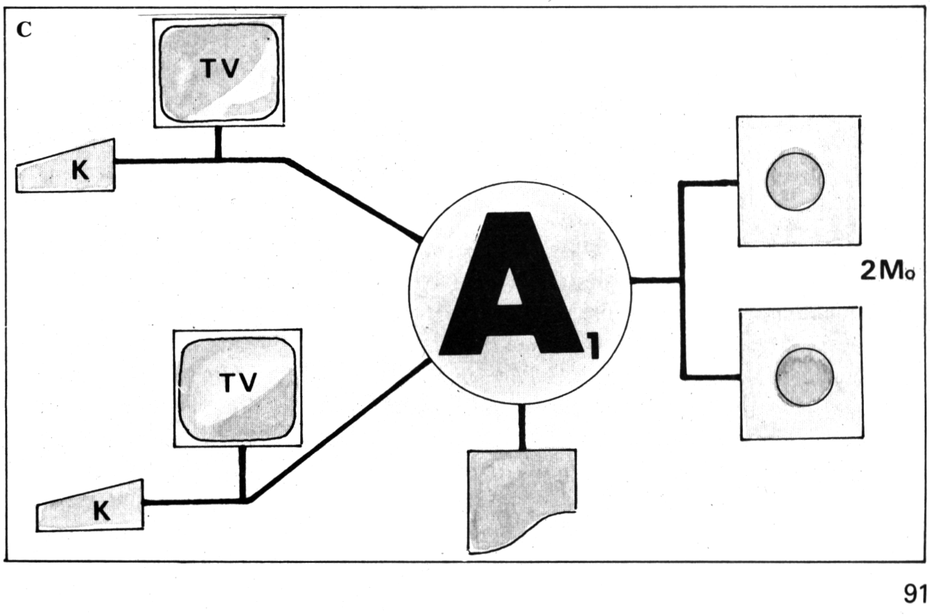
Transmission des données

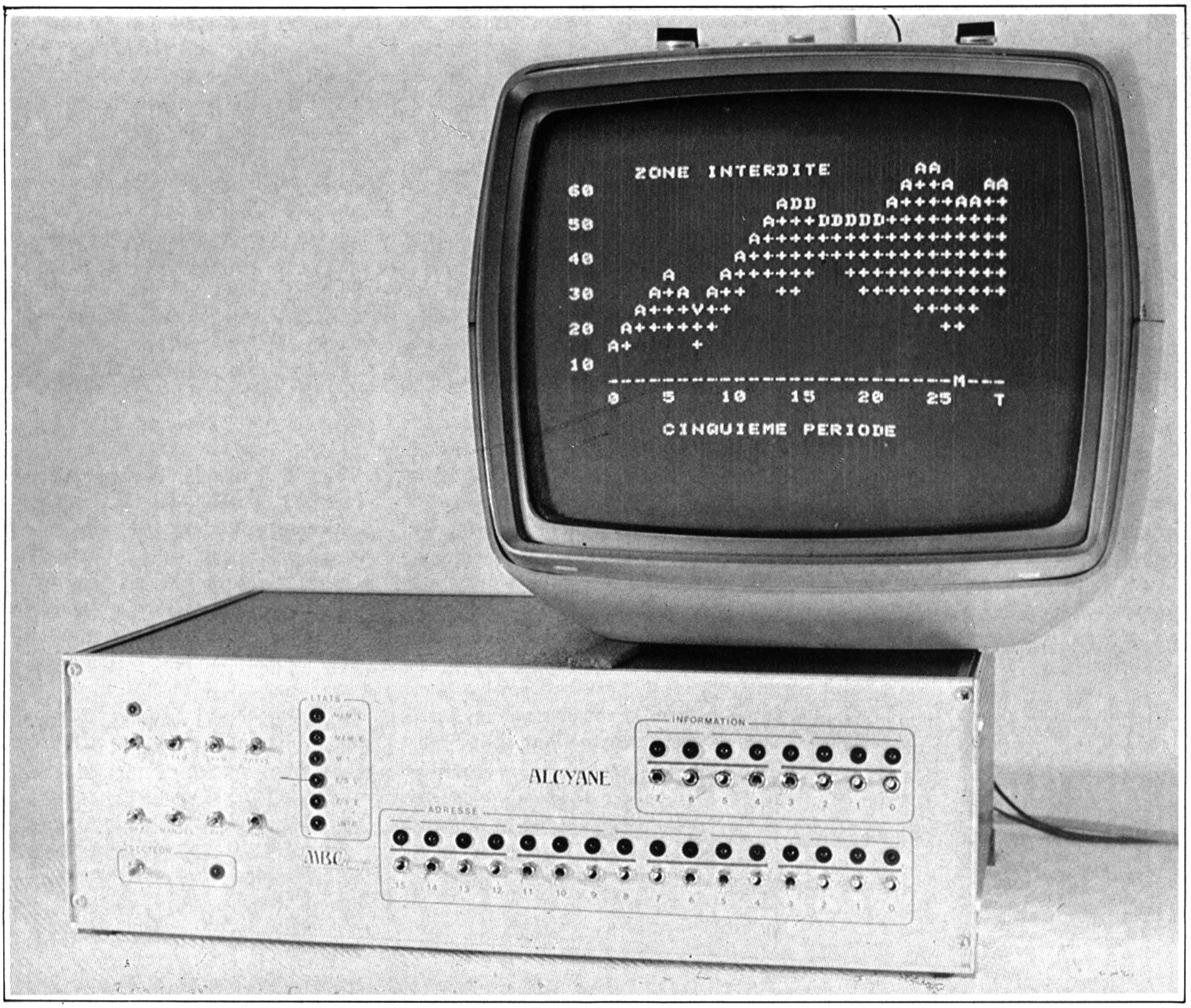
Cette technique, que la complexité des gros ordinateurs réclamant une vitesse très élevée et exécutant de nombreux programmes en même temps (multiprogrammation) avait rendu compliquée, est ici très simple. Elle demande simplement l'adjonction d'une carte V24 (1 500 F) et d'un moteur acoustique à 2500 F (à simple titre de comparaison, la connexion V24

B



C





Avec Alcyane on peut utiliser un récepteur TV comme écran d'affichage.

sur des ordinateurs classiques de taille moyenne/petite, fort répandus en France, vaut 1 000 F de *location* chaque mois...).

Le langage Basic d'Alcyane comporte des instructions qui permettent de commander directement la transmission et la réception. Elle pourront avoir lieu entre Alcyane et un système de temps partagé, chargé d'exécuter de très gros calculs sur des données entrées localement, ou entre deux Alcyane. On appelle au téléphone l'autre installation puis, quand on l'a en ligne, on pose le combiné dans les oreillettes de caoutchouc du modem et on lance le programme au clavier. Il est ainsi possible, par exemple, de transmettre journellement des données venant d'un entrepôt, d'une succursale, etc. Si l'on est moins pressé, l'envoi de diskettes par la poste dans une enveloppe matelassée suffira.

Avec deux ou trois unités

Nous désirons maintenant aborder des travaux plus importants : nous n'avons pour l'instant que des diskettes, et il nous faudrait une cartouche amovible à disque rigide de 10 millions d'octets. (Schéma D).

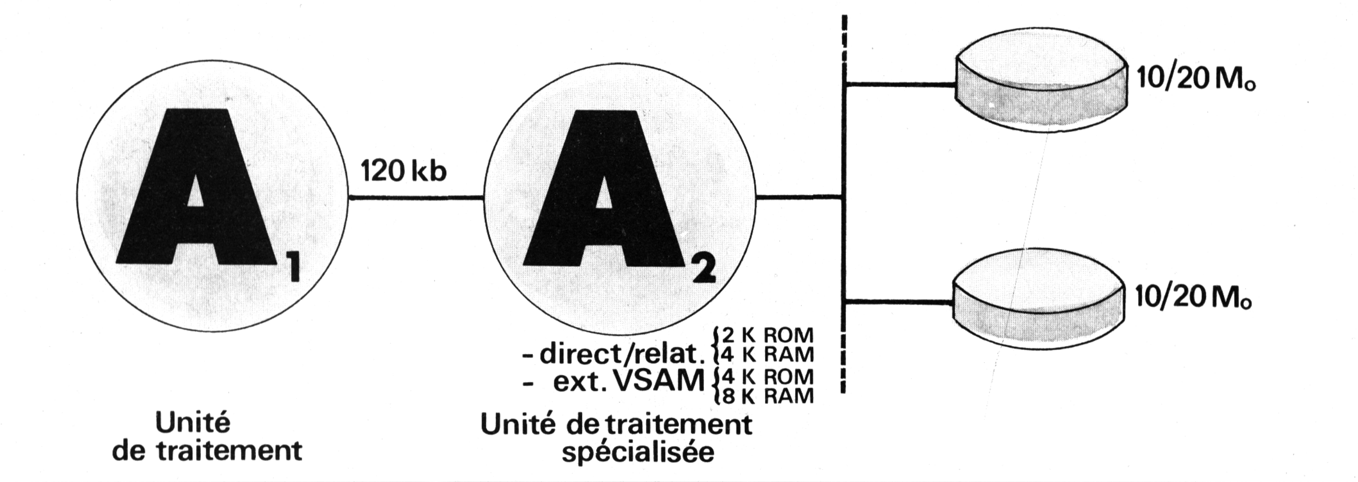
Ajoutons le disque et une deuxième unité Alcyane au système : elle contient en ROM (mémoire morte) des programmes de gestion de fichiers sur disques, et les informations transiteront en mémoire vive. Nous avons réalisé ainsi un processeur de fichiers. Un module de liaison rapide unité Alcyane/unité Alcyane, géré par un ordre Basic, assurera la communication. Grâce à l'emploi d'une unité déjà standard, le processeur de fichier, avec sa liaison et le premier disque, ne coûte que 38 000 F (chaque disque suivant 25 000 F, maximum 4 au total). C'est à travers de tels chiffres qu'on voit l'impact du microprocesseur. Devant l'impossibilité de standardiser les fonctions MSI (ou LSI) intéressant tout le monde, la réponse a été la standardisation au niveau d'une fonction universelle complète et totalement adaptable à des rôles divers par *simple changement de programme :* le microprocesseur.

Ceci était vrai pour l'utilisateur externe (rappelez-vous les applications citées), mais nous l'avons utilisé pour nous, constructeur. C'est le contenu différent des ROM (plus le module entrée/sortie disque) qui personnalise une unité Alcyane standard en un processeur de fichiers, version plus moderne et moins coûteuse des anciennes unités de contrôle de périphériques. Nous allons en voir un autre exemple.

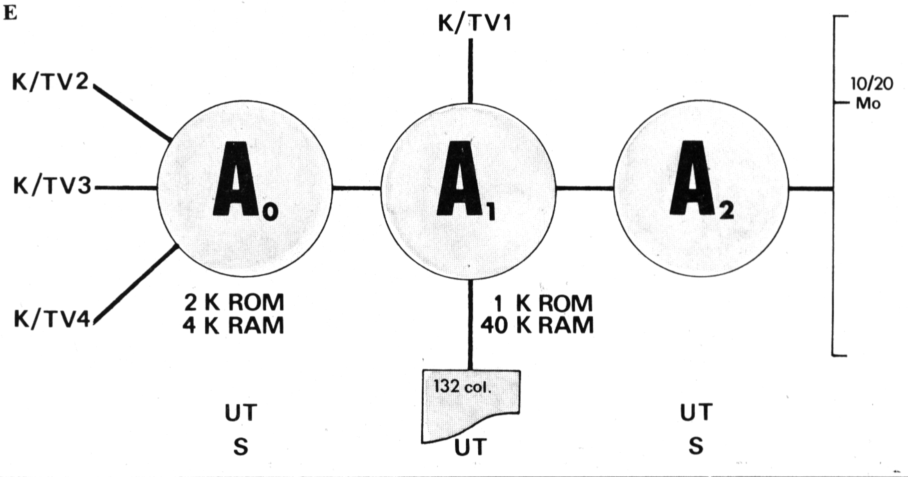
Trois unités Alcyane

Nous n'avions qu'un clavier, nous en voulons maintenant quatre ou cinq.

D



E



Ajoutons une troisième unité Alcyane, munie de trois ou quatre claviers et d'autant de modules de visualisation, plus le module de liaison rapide Alcyane/Alcyane. En ROM (mémoire morte) nous lui mettons un programme qui explore les touches des claviers, formant les lignes sur les écrans, et dès qu'un des utilisateurs signale qu'il a fini, sa ligne - l'envoie vers l'unité Alcyane de traitement. Nous avons réalisé un *processeur frontal* qui gère trois ou quatre ensembles clavier/écran (il y a en plus celui de l'unité de traitement). Encore une fois il est personnalisé par son logiciel particulier en ROM, et le choix des modules enfichés. Avec trois claviers/écrans, il vaut 20 000 F. Pour moins de 100 000 F, nous avons donc un système multiposte qui comprend quatre ou cinq postes, et trois ordinateurs travaillant simultanément, chacun d'eux aussi puissant qu'un ordinateur courant de seconde ou troisième génération ! Il s'agit bien d'une révolution en informatique : c'est le concept d'*architecture nodale.* (Schéma E).

Chaque unité Alcyane constitue un *nodule* du système Alcyane complet. Dès qu'une ligne vient d'être saisie par un poste, le premier nodule l'évacue vers le second : le poste est libéré aussitôt et à nouveau prêt à travailler. Dès que le second nodule a traité la ligne, il demande au troisième de lui retrouver l'enregistrement de fichier correspondant et de le lui transmettre : il le met à jour, et le renvoie au troisième nodule. Dès cet instant, il est

abeille paix vie
GROUPE VICTOIRE
69, rue de la Victoire
75009 Paris
Tél. : 280-75-75

L'INFORMATIQUE AU SERVICE DE L'ASSURANCE
ET DE VOTRE SÉCURITÉ PERSONNELLE

- Retraites complémentaires
- Prévoyance, Décès, Incapacités, Invalidité, Maladie

Régimes collectifs spéciaux cadres, non cadres
et travailleurs indépendants

BUREAUX À LILLE, NANCY, LYON, AIX-EN-PROVENCE, TOULOUSE ET RENNES.

ÉDITIONS TECHNIP
27, RUE GINOUX
75737 PARIS CEDEX 15
technip
Tel. 577 11-08

ALGORITHMES D'ACCÉLÉRATION DE LA CONVERGENCE. ÉTUDE NUMÉRIQUE
C. BRÉSINSKI
1 vol., broché, 18×24, 412 p. .... **195 F**

INITIATION AU FORTRAN PAR L'EXEMPLE
Ph. DUBOIS
1 vol., broché, 17×24, 117 p. ...... **30 F**

THÉORIE ET PRATIQUE DE LA PROGRAMMATION FORTRAN
J. VIGNES et M. LA ORTE
1 vol., broché, 18×24, 220 p., 20 tabl., 1 dépliant .... **56 F**

THÉORIE ET PRATIQUE DE LA PROGRAMMATION COBOL
J. VIGNES, Cl. COURTY-LAJEUNESSE et Cl. DEBOST-BENTZ
1 vol., broché, 18×24, 416 p., 30 fig., 93 tabl. .... **92 F**

ORDINATEUR CDC 3600. LE LANGAGE COMPASS ET LE SYSTÈME
M. GINESTE, G. GUIHO, Ch. PROST et J. VIGNES
1 vol., broché, 18×24, 196 p. ...... **42 F**

ALGORITHMES NUMÉRIQUES. ANALYSE ET MISE EN ŒUVRE
M. LA PORTE et J. VIGNES
Tome I: Arithmétique des ordinateurs. Systèmes linéaires
1 vol., broché, 18×24, 244 p., 14 fig., 39 tabl. .... **108 F**

LE LANGAGE APL
B. ROBINET
1 vol., broché, 18×24, 264 p., 32 fig., 6 tabl. .... **68 F**

PROGRAMMATION LINÉAIRE APPLIQUÉE
H. MAURIN
1 vol, relié, 18×24, 392 p., 24 fig., 92 tabl. .... **140 F**

CALCUL SUR ORDINATEUR DES ÉQUILIBRES LIQUIDE-VAPEUR ET LIQUIDE-LIQUIDE
H. RENON, L. ASSELINEAU, G. COHEN et Cl. RAIMBAULT
1 vol., relié, 18×24, 360 p., 48 fig., 15 tabl. .... **138 F**

LES MÉTHODES DE CALCUL SUR ORDINATEURS APPLIQUÉES AU RAFFINAGE ET À LA PÉTROCHIMIE
1 vol., broché, 18×24, 512 p., 71 fig., 28 tabl. .... **150 F**

libéré à son tour. Le troisième nodule, pendant ce temps-là, écrit sur le fichier, relit l'écriture et la vérifie à loisir.

On voit donc la puissance du système ainsi que sa modularité à deux niveaux :

1. interne au système par les nodules Alcyane,
2. interne aux nodules eux-mêmes par leurs modules.

L'architecture nodale

L'architecture nodale présente un autre avantage unique dans son domaine. Les petits ordinateurs, vu leur coût, sont achetés (et non loués) par les utilisateurs. Que faire lorsque les applications croissent en volume, et qu'il faudrait un matériel plus important ? Jusqu'ici la seule réponse était d'en prendre d'autres. L'architecture nodale, tout en conservant cette possibilité, apporte une autre réponse : on acquiert d'autres unités Alcyane et le *système initial croît* si on le désire. Cette nouvelle dimension de développement est une protection supplémentaire de l'investissement en matériel de l'utilisateur.

Continuons l'extension du système. Le processeur de fichiers peut bien entendu dialoguer avec plusieurs unités de traitement : il suffit qu'il ait autant de modules de liaison rapide Alcyane/Alcyane. Chiffrons quelques temps :

— transmission Alcyane/Alcyane de 100 caractères : 6 millisecondes.

— accès à un enregistrement quelconque sur le disque : 75 millisecondes.

— frappe d'une ligne de facture ou d'une interrogation à un clavier : 3 secondes ou plus.

On voit qu'entre le temps humain et celui de la machine il y a un rapport de l'ordre de 1 à 30. Nous pouvons donc rajouter d'autres claviers sans problème. Si certains types de transactions nécessitent des programmes très complexes, ou de longs calculs, on les affectera à des claviers directement reliés à leurs unités de traitement. Naturellement, tous les programmes sont stockés sur les disques, et appelés par leur nom au début du travail. On peut enfin faire travailler plusieurs processeurs de fichiers en parallèle sur des fichiers différents, et, selon les liaisons Alcyane/Alcyane mises en place, architecturer le réseau nodal à volonté. Dans tous les cas, les processeurs de fichiers gèrent les accès

Alcyane se programme en français

Les versions modernes du Basic, en particulier celui d'Alcyane, sont très riches et permettent une programmation aisée des applications de tous genres.

Cependant, trois obstacles demeurent encore comme on peut le voir sur l'exemple de programmation suivant, représentatif du Basic de petits ordinateurs américains de gestion courants :

```
100 FOR A=1 TO INT (3500/3)+1
110 DATA LOAD FH # X , A $ ()
120 FOR B=1 TO 3
130 B $=A$  (B):T=CVT (B $
(71,77))
140 IF T<1200            THEN 160
150 PRINT B $ (1,18), B $ (19,70)
160 NEXT B
170 NEXT A
180 END
```

La compréhension (et l'écriture) d'un tel programme ne sont pas immédiates pour le néophyte. Les causes essentielles de l'opacité sont les suivantes :

— les variables sont codées de façon sibylline.

— l'accès aux fichiers est compliqué par la nécessité de tenir compte des frontières physiques des secteurs sur les disques,

— les instructions sont en anglais.

Les ingénieurs MBC ont aplani ces trois obstacles, et le programme ci-dessus devient simplement :

```
100 POUR CLIENT=1 A 3500
110 LIRE # «FICHIER ENVOI»
(CLIENT), NOM!, ADRESSE!,
TOTALACHATS
120 SI TOTALACHATS<1200
ALORS 140
130 IMPRIMER NOM!, ADRESSE!
140 PROCHAIN CLIENT
150 FIN
```

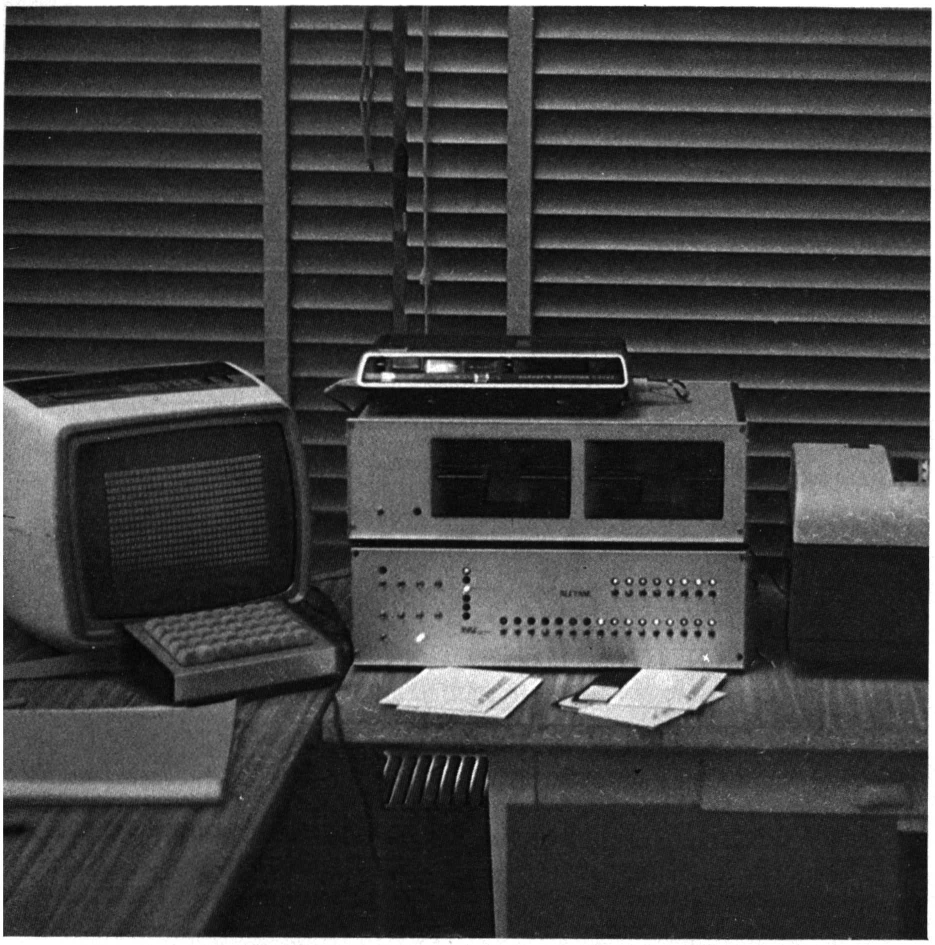
Le langage d'Alcyane est, lui, immédiatement compréhensible : on voit clairement que le programme explore un à un les 3500 clients du fichier, et imprime le nom et l'adresse de tous ceux qui ont effectué pour plus de 1200 F d'achats.

Une nouvelle simplicité d'approche apparaît, due à la fois

— à la terminologie française,

— aux noms de variables en clair,

— au système de « mémoire continue » pour les fichiers sur disques, permettant très simplement accès direct ou séquentiel.



Alcyane trouve sa place aussi bien dans les hôpitaux que les établissements scolaires, les PME ou les PMI.

multiples en verrouillant les fichiers pour assurer un bon séquencement des mises à jour sur un même article en provenance de claviers différents.

La croissance du système s'effectue donc sur deux plans :

— puissance de traitement : par le nombre des processeurs travaillant en parallèle chacun sur sa tâche,

— taille de mémoire : chaque processeur a sa propre mémoire centrale. Bien qu'elle soit estimée à 64 K par processeur, leur nombre fait cependant que dans le système on aura une taille totale de mémoire de 200 ou 300 K, égale à celle d'un ordinateur moyen, et permettant donc une vaste capacité de programmes.

A l'époque où les moteurs électriques étaient gros et coûteux, on en utilisait un seul dans les ateliers pour toute une série de machines-outils, et un lacis de courroies descendait du plafond vers les tours et les perceuses. Cette antique image nous rappelle fâcheusement l'ordinateur lourd et ses terminaux. Aujourd'hui, chaque machine-outil a un ou plusieurs moteurs. Les temps changent, l'informatique aussi.

Le concept d'architecture nodale, rendu applicable par la réalisation de l'unité de traitement Alcyane universelle (modules + Basic III très étendu), a repoussé au loin les limites du microprocesseur isolé, tout en profitant au maximum de la réduction des coûts qu'il permet.

La souplesse et la fiabilité d'Alcyane sont appréciées dans plusieurs centaines d'utilisations en France et dans le monde : leurs utilisateurs annoncent avec le Basic III des temps de programmation trois fois inférieurs à ceux en Cobol, ce qui a une importance évidente sur les coûts de mise en place des applications.

Un système à une seule unité est rentable dès la plus petite PME (de moins de 10 personnes), dans les services d'entreprises importantes, les établissements d'enseignement et les cabinets de professions libérales. Avec plusieurs unités, on monte au niveau d'entreprises industrielles de 200 à 400 personnes, dans les mêmes conditions d'économie et d'agrément d'utilisation. Tels sont les bénéfices apportés par l'architecture nodale qui est une mise en pratique des promesses remarquables du microprocesseur. ●

MINI

3 nouveautés de poids

C. PARIOT

Introduction aux microprocesseurs et aux microordinateurs

160 pages - Broché.
69 F

T. MAURIN, M. ROBIN

Les systèmes microprogrammés: automates, mini et microprocesseurs

144 pages - Broché.
49 F

S. POMMIER

Introduction à A.P.L.

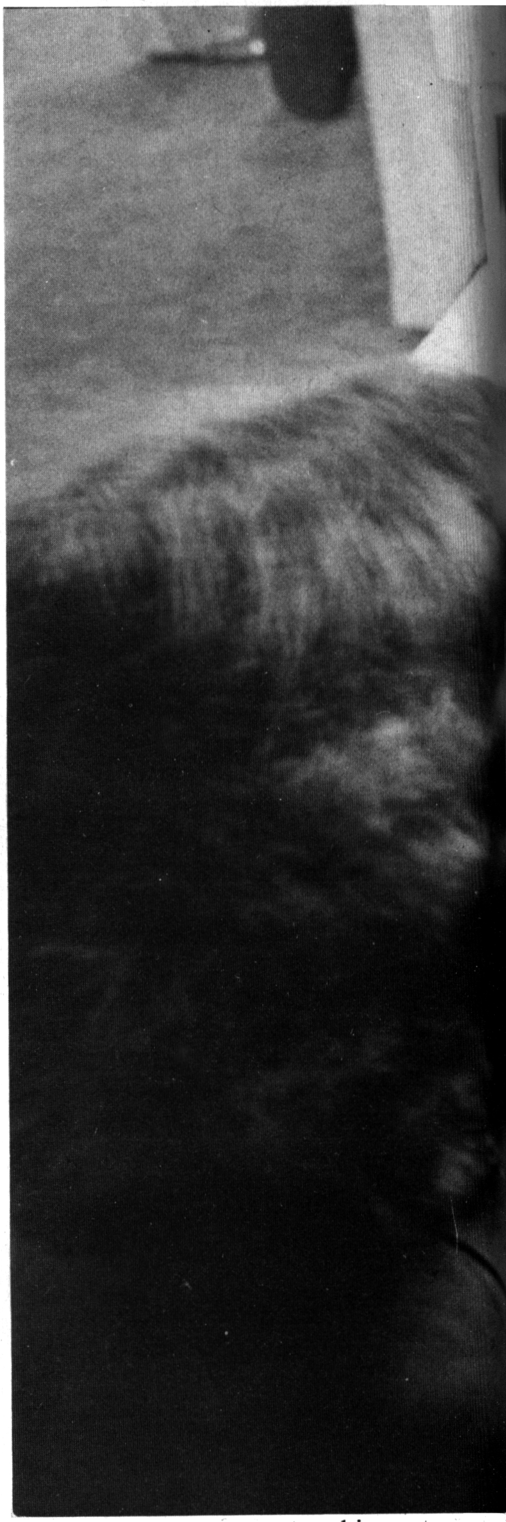
168 pages - Broché.
46 F

DUNOD
informatique

Le microprocesseur Micral

André Raynaud
Directeur du Marketing de R.2.E.

En six ans une société française a conçu, construit et installé plus de 1 500 ordinateurs



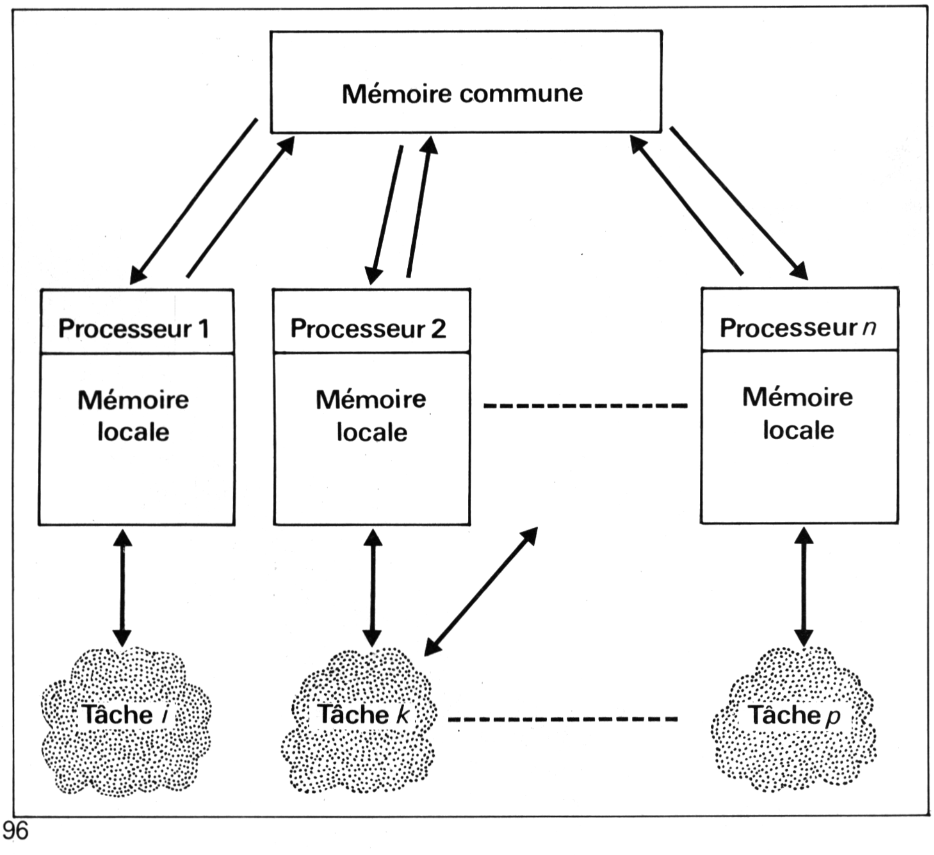
C'EST en 1972 que la société française R2E a créé le concept du micro-ordinateur ou ordinateur complet réalisé autour d'un microprocesseur : le MICRAL.

A ce jour plus de 1 500 exemplaires sont installés en France et à travers le monde dans les applications les plus diverses telles que industrielles, scientifiques et de gestion. Plus de 200 sont des systèmes multiprocesseurs. Micral se compose de deux lignes de produits, l'une industrielle et scientifique avec l'optimal S-80, le Micral S et le Micral M, l'autre de gestion avec la Série 80 et le Micral V. La gamme s'étend de l'ordinateur complet sur une carte au système transactionnel multiposte équipé de 200 millions de caractères sur disques et de lignes de télétransmis-

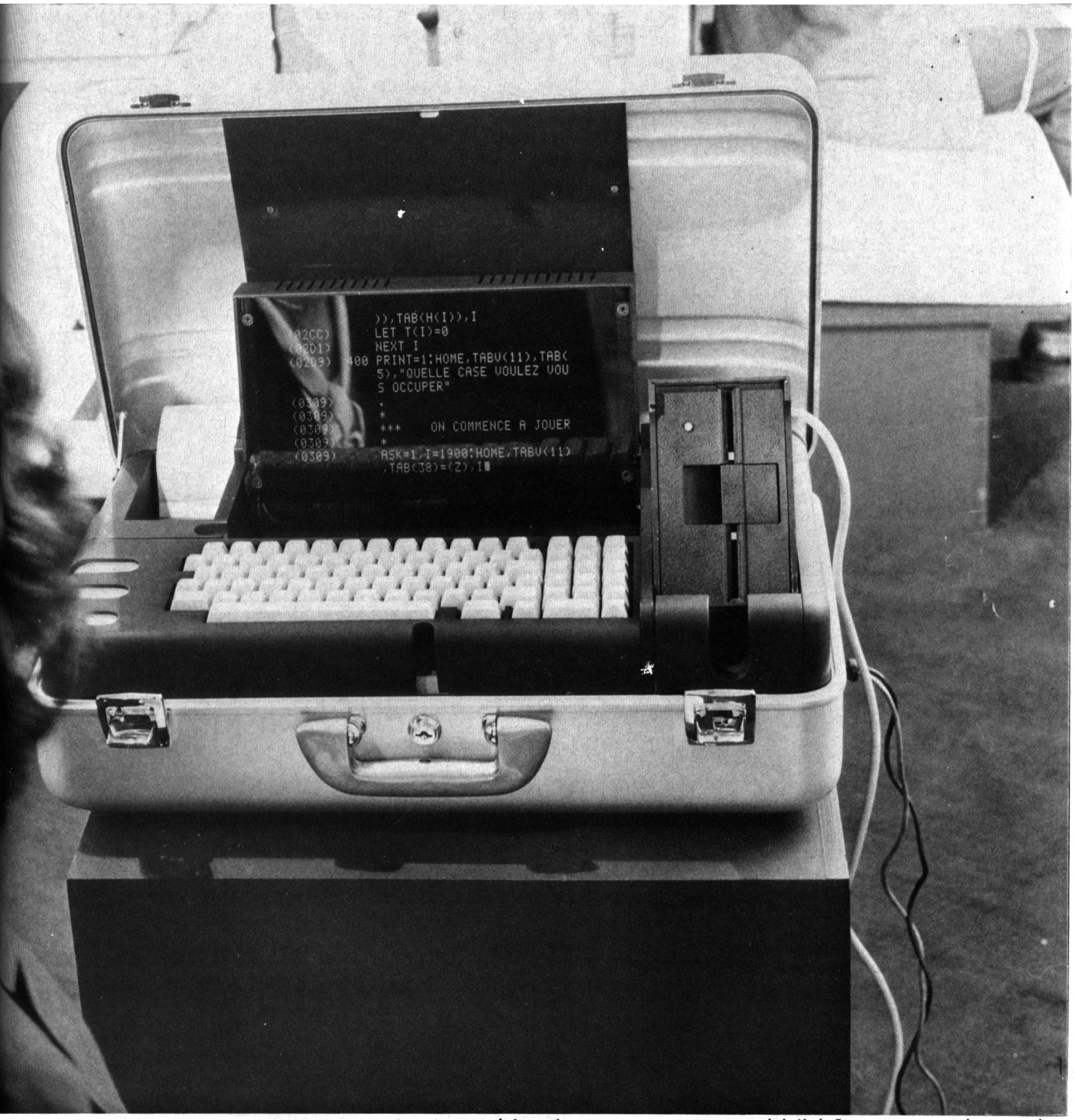
R2E a développé un jeu de module matériel standard (plus de 100 au catalogue) pour relier les Micral à des systèmes industriels ou pour les connecter à des périphériques. Cet effort a été accompagné d'une politique de développement de logiciels de base compatibles sur toute la gamme : moniteurs temps réel, operating systems, compilateurs, procédures de télécommunications, langages de haut niveau spécialisés.

Monoprocesseurs et multiprocesseurs

Le traitement simultané de plusieurs tâches sur un ordinateur monoprocesseur est généralement confié à un programme du Système, le moniteur temps réel, qui multiplexe les tâches sur le processeur. Ce processeur doit alors partager son temps-machine entre les tâches en fonction de leur urgence. Il doit constamment abandonner les tâches, puis les reprendre, etc. Il perd également beaucoup de temps dans... sa propre exécution.



L'avènement de la technique LSI a permis d'envisager d'autres techniques qui n'étaient jusque là utilisées que sur les plus puissants des ordinateurs scientifiques (par exemple Control Data 6600/7600). En effet, le processeur, l'élément le plus noble d'un ordinateur, est devenu le moins cher. Son prix n'atteint plus que quelques



En septembre 1977, le MICRAL V. Un ordinateur dans une valise.

pour cent du prix des mémoires et des périphériques. Dans ces conditions la diffusion de systèmes multiprocesseurs où chaque tâche est confiée à un processeur particulier devenait industriellement possible. Le traitement est strictement parallèle, donc la puissance globale est accumulative, donc en fonction du nombre de tâches traitées elle ne décroit plus vers l'asymptote zéro, comme dans le cas de système fonctionnant sous le contrôle de moniteur temps réel ou de « temps partagé » (time-sharing).

Un système de traitement global peut être décomposé en un ensemble de tâches distinctes. Chaque tâche ne connaissant que les liens de fonctionnement qui la relient aux autres, seul l'ensemble de ces tâches interconnectées constitue l'intelligence globale du système (théorie des automates synchrones rejetée non plus au niveau des états, mais des fonctions). Les liens entre les tâches transitent sous forme de données dans la mémoire commune sous le contrôle d'un operating system spécialisé. La programmation en raison de sa modularité par tâche atteint une efficacité maximum. Les programmes sont ré-entrants sans difficulté et l'accroissement de taille de la machine n'entraîne pas la nécessité de modifier les programmes existants.

Le multimicroprocesseur MICRAL M

Le multimicroprocesseur Micral M se caractérise par une organisation horizontale - non hiérarchisée - de processeurs de traitement de tâches et de processeurs de gestion de ressources périphériques communes ou privées.

Le Micral M supporte jusqu'à 8 processeurs travaillant en parallèle, la communication entre eux étant assurée par un système : le « PROTOCOL » qui gère les échanges à travers une mémoire commune à l'ensemble des processeurs connectés.

Les unités de traitement sont des microprocesseurs en technologie LSI offrant un haut degré de fiabilité et les mémoires — en technologie MOS (Metal Oxide Semiconductor) — ont un cycle de base de 330 monosecondes pour un octet. Les bus d'interconnection sont banalisés et permettent une adaptation de configurations sur le site.

Dans sa version générale le Micral M se présente comme un ensemble de micro-ordinateurs indépendants (jusqu'à 8), possédant chacun leur propre mémoire locale, leur propre système d'interruption. Ils sont reliés entre eux, par le simple fait que chaque machine a dans son champ d'adresses, sa mémoire locale (inaccessible aux autres) et la mémoire commune.

Parmi les avantages de cette architecture on peut noter :

— pas de conflit mémoire entre les différents processeurs, tant que ceux-ci travaillent sur leur tâche particulière, donc aucun ralentissement : les processeurs travaillent en parallèle ;

— l'encombrement mémoire des tâches est le même que dans une structure centralisée avec monoprocesseur ;

— les tâches se passent les arguments en mémoire commune ; donc une procédure de communication complexe n'est pas nécessaire, du fait de la transparence totale de la mémoire commune ;

— à condition qu'un processeur connaisse l'implantation des variables des autres tâches en mémoire commune, il peut travailler avec ces variables sans que les tâches en soient averties ;

— si les programmes sont en mémoires communes et les données en mémoires locales : les programmes sont par principe ré-entrants et peuvent être exécutés simultanément par plusieurs processeurs.

Un tel système est donc « ouvert », l'utilisateur peut rajouter des traitements ou même des processeurs, sans être obligé de reprendre la programmation de ce qui existe et cela même sans interrompre le fonctionnement de l'ordinateur.

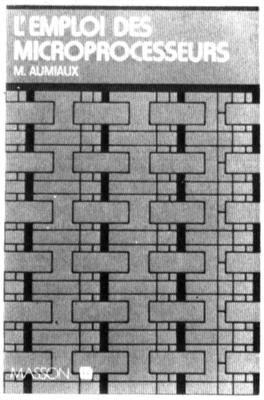
Pour résoudre les problèmes temps réel de synchronisation/désynchronisation inter-tâches, un bus d'interruption inter-processeur a été créé. Il permet à chaque processeur d'interrompre ou d'être interrompu des sept autres.

Logiciel de base orienté multiprocesseur

Au niveau Système un logiciel de communication établit un véritable dialogue entre un processeur et une ressource décrétée partageable et gérée par un autre processeur. Plus que de programmes, il se compose surtout de protocoles utilisés par tous les processeurs. L'espace mémoire commune, lors de la transmission d'informations entre processeurs, est géré par un système « libre service ». Les ordres et les informations sont transférés sous forme de fiches standardisées. La création de ces fiches, ainsi que leur concentration en paquet, sont effec-

Le Micral 80-40.

MASSON NOUVEAUTÉS



L'EMPLOI DES MICROPROCESSEURS

par M. AUMIAUX

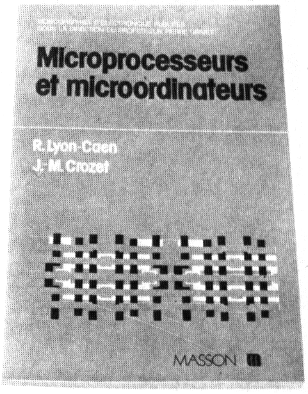
L'objectif de cet ouvrage est de situer et définir ces composants nouveaux que sont les systèmes logiques à microprocesseurs, d'étudier les constituants de ces systèmes et la façon de les réaliser concrètement en appliquant ces connaissances théoriques, du point de vue de l'utilisateur, à l'étude du microprocesseur 8080 A de INTEL.

128 p., 80 fig., 66 F.

MICROPROCESSEURS ET MICROORDINATEURS

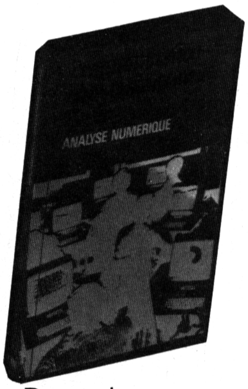
par R. LYON - CAEN et J.-M. CROZET

Monographies d'électronique



Cet ouvrage est une mise au point pédagogique sur les microprocesseurs, nouveaux composants électroniques consistant en circuits intégrés à haut niveau d'intégration (L.S.I.) qui associés à des mémoires (circuits L.S.I.) permettent de réaliser par programmes enregistrés, une variété infinie d'automatismes, à prix de revient très faible et encombrements réduits.

188 p., 82 fig., 60 F



PROGRAMMATION CONVERSATIONNELLE BASIC.
Analyse numérique

par R. LORTAL

Cet ouvrage traite de la programmation dans le langage Basic ; il expose les bases fondamentales de ce langage le plus simple à acquérir et qui est largement développé dans l'enseignement.

128 p., 56 F.
(prix au 15-09-78)

Rappel :

CIRCUITS LOGIQUES MSI et LSI par R. LYON - CAEN *Monographies d'électronique* - 2e édition refondue de « Circuits logiques intégrés »

A paraître en septembre 1978 :

LES RÉSEAUX PENSANTS. Télécommunications et société
sous la direction de A. GIRAUD, J.-L. MISSIKA, D. WOLTON
Collection technique et scientifique des télécommunications

Pour toute commande ou demande de documentation, adressez-vous à votre libraire ou retournez ce bon accompagné de votre règlement s'il y a lieu, aux Editions Masson, 120, bd Saint-Germain, 75280 Paris cedex 06 (commande par correspondance, joindre 5 F de participation aux frais de port).

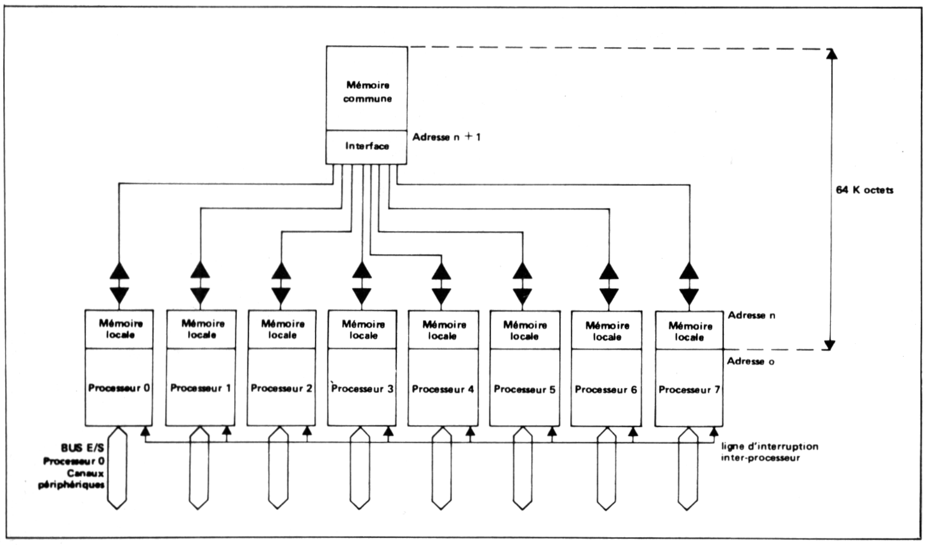
Nom et adresse ______________________

____

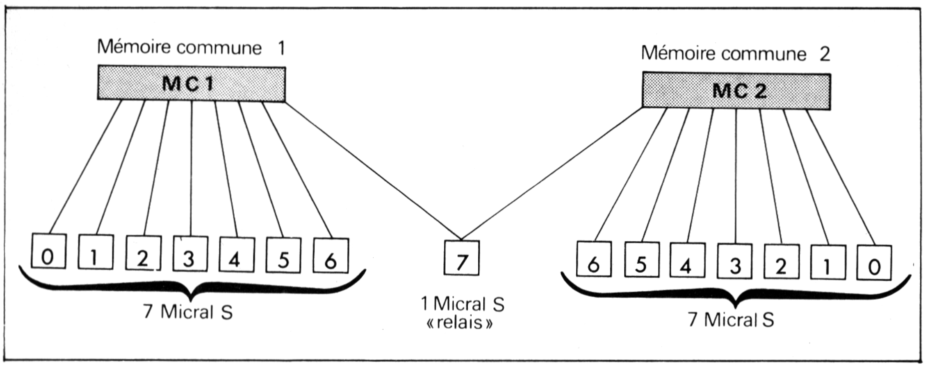
Titre(s) choisi(s) ______________________

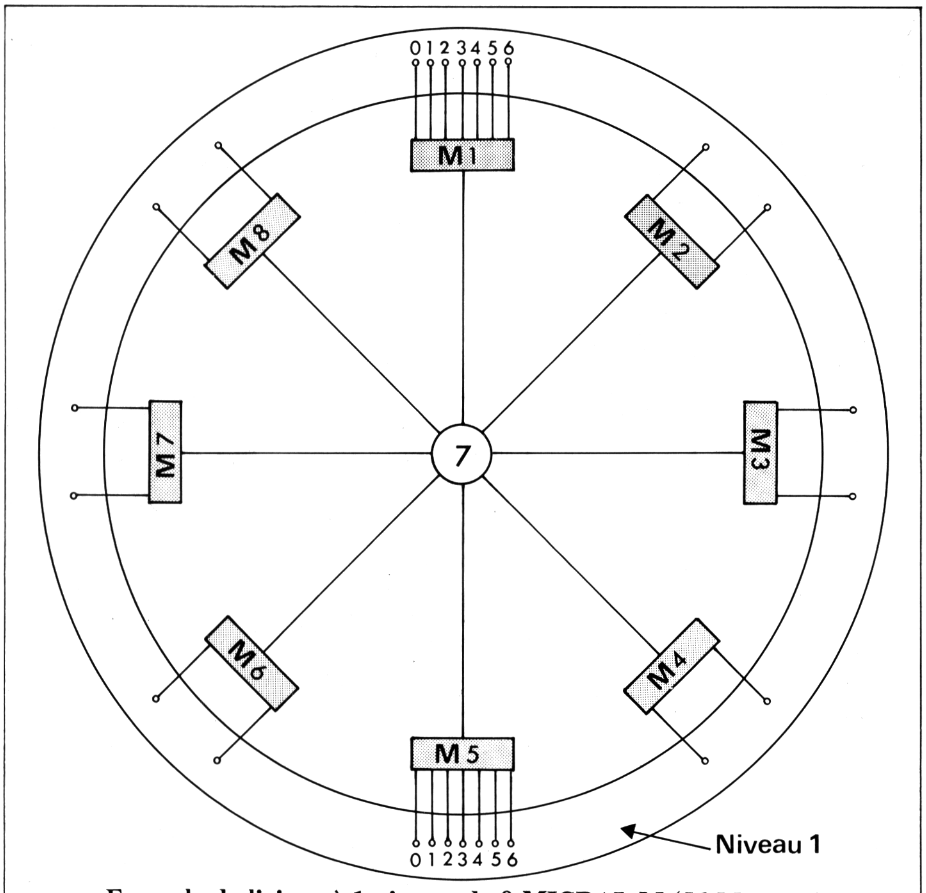
______________________ MASSON

S et A. 09-78



Le MICRAL M utilise l'ensemble du logiciel et des interfaces développées pour le MICRAL S.





Exemple de liaison à 1 niveau, de 8 MICRAL M (56 Micral S)

M1, M2, M3, M4, M5, M6, M7 et M8 représentent la mémoire commune de 8 Micral M. Les cercles 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6 et 7 représentent chacun, 1 micro-ordinateur Micral S.
On a donc 56 processeurs exécutants et pouvant communiquer entre eux à l'aide d'un processeur communiquant (le numéro 7).

tuées par un programme système, lui-même partagé par tous les processeurs.

Structure du MICRAL M

La capacité d'adressage de chaque processeur de traitement est de 65 K octets. Lorsqu'une requête d'accès à la mémoire correspond à une adresse qui n'est pas en mémoire locale, la requête est transmise pour l'exécution en mémoire commune. Chaque processeur a donc, devant lui, un champ d'adressage continu de 65 K octets, répartis dans un certain rapport entre sa mémoire particulière et la mémoire commune, cette répartition pouvant être différente d'un processeur à l'autre.

Cette structure permet d'avoir, naturellement, une transparence complète en ce qui concerne l'exécution des instructions de la lecture ou d'écriture des informations, entre la mémoire commune et la mémoire particulière. On voit donc que, contrairement à certaines architectures multiprocesseurs, l'exécution des programmes en mémoire commune ne nécessite aucun transfert d'informations par blocs ou par mots.

Les programmes communs sont exécutés directement depuis la mémoire commune et non pas transférés avant exécution, dans une mémoire tampon. En outre, il est possible de faire exécuter le même programme par plusieurs processeurs, ce qui conduit à économiser de la mémoire dans les systèmes où plusieurs processeurs travaillent sur des tâches identiques mais non simultanées.

Interconnections de système multiprocesseur

La réalisation de conglomérats de Micral M à l'aide de liaison multiple permet de bâtir simplement des architectures en anneaux ou en étoile.

Le processeur 7 a de la mémoire commune dans M C 1 et dans M C 2, celle-ci est déclarée comme ressource commune au protocole des Micral M 1 et M 2.

Les échanges d'un des processeurs du système M 1 avec la mémoire commune M 2, se fait par un simple appel du protocole (donc par un seul relais).

Cette structure n'est pas limitative. Chaque processeur peut être connecté à 8 mémoires communes différentes.

Avec une structure à un seul niveau, 56 Micral peuvent dialoguer entre eux par un seul appel (ou relais) au protocole (figure ci-contre).

SACHEZ TOUT SUR LA FACON D'UTILISER LES PETITS ORDINATEURS

DANS LES PME (ou les services de grandes entreprises)
- calcul et édition automatique des devis
- bons de travaux
- facturation et comptabilité à jour tous les soirs
- paye
- prix de revient
- prévision, calcul des charges
- tenue des stocks

AU LABORATOIRE ET AU BUREAU D'ETUDES
- programmation des calculs
- l'analyse facile des données
- la connexion sur les instruments

DANS LES CABINETS DE PROFESSIONS LIBERALES
- la gestion du fichier clients
- la tenue des comptes
- le courrier automatisé
- la prospection

DANS L'ENSEIGNEMENT
- informatique et mathématiques
- la gestion
- les jeux d'entreprise
- réaliser de l'enseignement programmé
- la comptabilité des établissements

CHEZ SOI
- l'informatique et les enfants
- les jeux éducatifs
- les jeux distrayants
- comment dépanner un ordinateur familial

et d'autres applications, qui vous surprendront !

Médecins, dentistes, petites revues professionnelles, agents d'assurances, mairies, garagistes, pharmaciens, écoles privées, notaires, agences de voyages, grossistes, vous trouverez dans *L'Informatique nouvelle* des informations qui vous passionneront !

Le message de Jean-Pierre Bouhot, rédacteur en chef de L'Informatique nouvelle :
"J'ai eu beaucoup de plaisir à diriger la réalisation de ce numéro spécial de *Sciences et Avenir*, et j'espère qu'il vous aura intéressé.
Si vous voulez en savoir davantage sur les petits ordinateurs, et surtout sur la façon de les utiliser *en pratique,* lisez (ils sont faciles à comprendre, nous vous le garantissons) les articles et rubriques de *L'Informatique nouvelle* qui leur sont consacrés.
Vous pourrez mettre rapidement à profit votre nouveau savoir, et faire ainsi partie de ceux qui sont capables de se servir des micro-ordinateurs. Professionnellement, c'est un atout inestimable".

ABONNEZ-VOUS DES AUJOURD'HUI A L'UNIQUE REVUE FRANÇAISE QUI VOUS APPORTE A LA FOIS
- ***un cours d'initiation à l'utilisation de petits ordinateurs, qui débutera dans le centième numéro de L'Informatique nouvelle, le numéro de novembre 1978,***
- ***des descriptions pratiques d'applications des petits ordinateurs, avec programmes clairement expliqués,***
- ***des bancs d'essais détaillés des petits ordinateurs disponibles en France,***
- ***des analyses de programmes tout faits pour PME.***

Offre réservée à tous les nouveaux abonnés qui souscriront avant le 31 Octobre 1978 : en prime, deux ouvrages d'une valeur globale de 110 F vous seront envoyés gratuitement (indiquez l'adresse si elle est différente de celle d'envoi de la revue) :
- La micro-informatique : introduction aux systèmes répartis, par B. Lussato, J.P. Bouhot, B. France-Lanord (280 pages).
- L'ordinateur à la portée de tous : un fil d'Ariane. Initiation générale à l'informatique (le best seller français : adopté par Peugeot, l'EDF, la Sécurité Sociale, le Centre de Télé-Enseignement de Vanves), par J.P. Bouhot et M. Péju. Troisième édition revue et augmentée (144 pages, grand format).

BULLETIN D'ABONNEMENT

Je, soussigné : Payeur :

M. Mme | Initiale du prénom et NOM en majuscules ← ☐ cocher ici

auxiliaire d'adresse : Société, Administration (s'il y a lieu) ← ☐ ou ici (en joignant obligatoirement un bon de commande)

N° | Rue, Bd, Av., Sq., Pl.

N° Dépar. | Ville | Arrt. | Pays

déclare souscrire un abonnement de 1 an 11 nos à l'Informatique nouvelle à partir du numéro prochain, au prix de 310 F (France) 330 FF (Etranger)

OPTION DE RÉGLEMENT : *(En réglant comptant vous pouvez demander une facture justificative).*

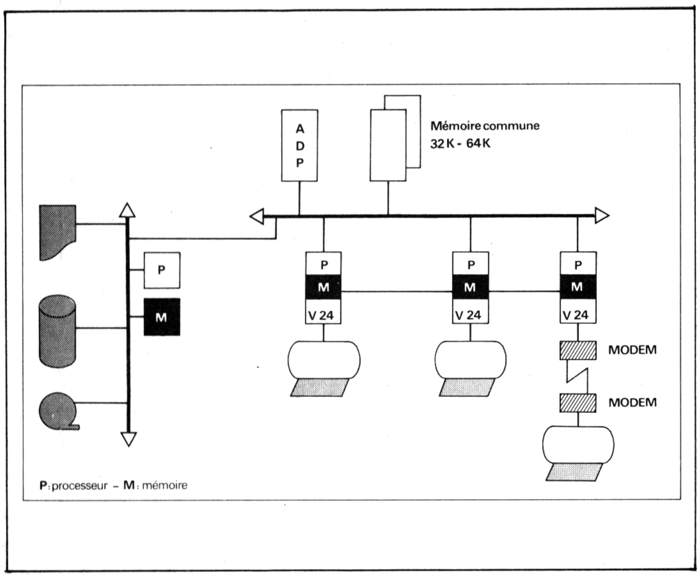
☐ comptant, par ☐ chèque bancaire ☐ CCP 31 371 82 La Source ☐ mandat — à l'ordre de : Éditions d'Informatique 82, rue Lauriston-75116 Paris

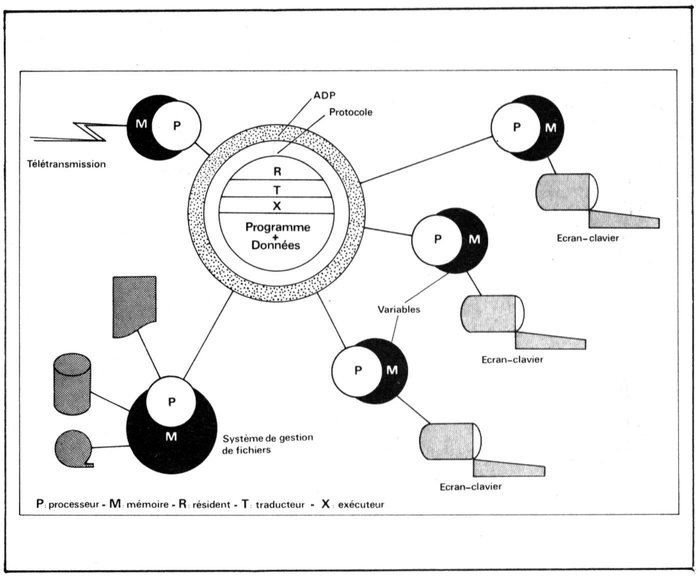
☐ sur facture en ... exemplaires, le montant sera réglé par le payeur ci-dessus.

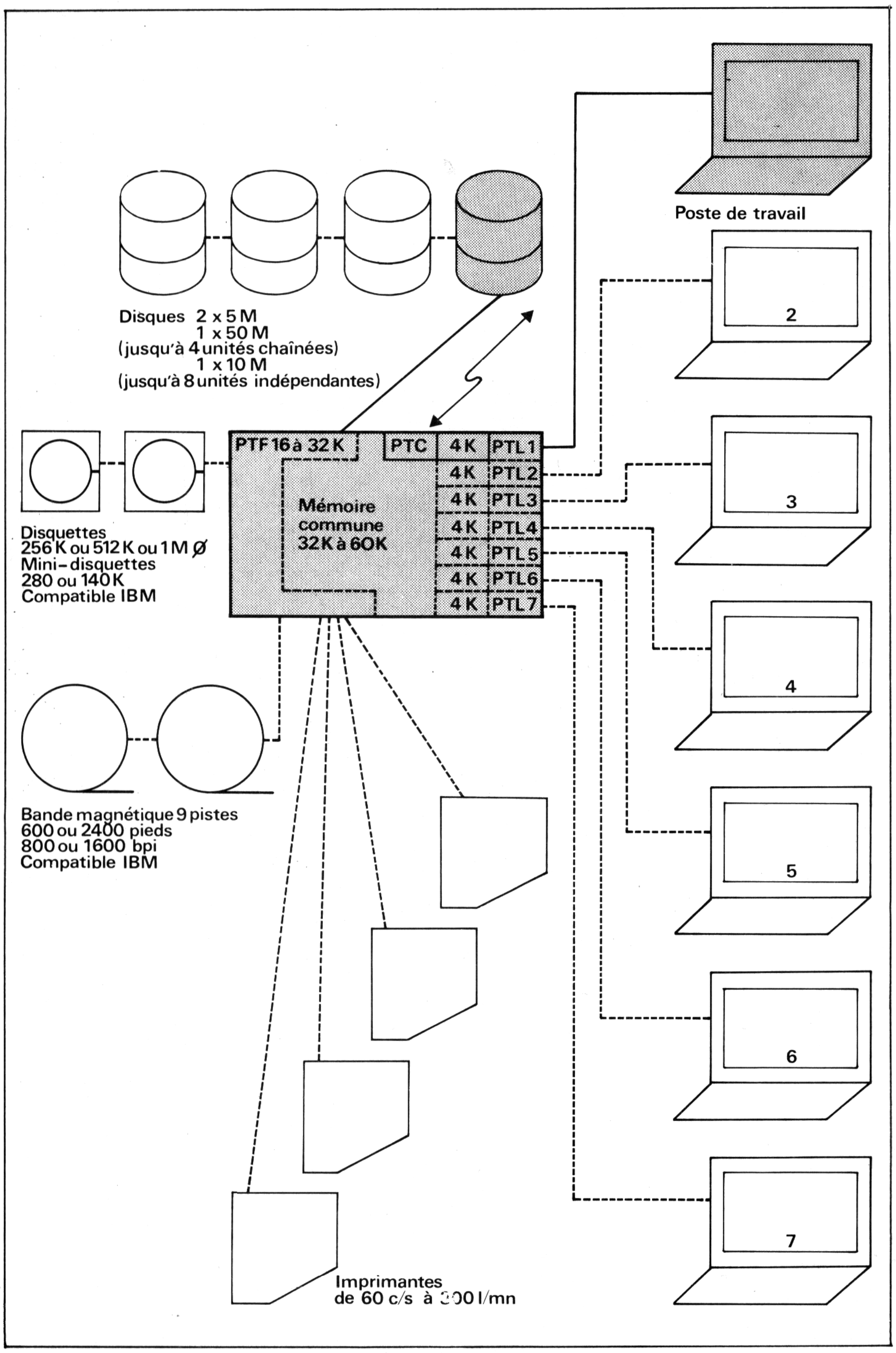
Date : Signature :

A découper, photocopier ou recopier SVP

(publicité)







Le nombre de niveaux n'est pas limité. On obtient pour un système :

— à un niveau : 56 processeurs exécutants - 1 processeur communiquant,

— à deux niveaux : 2 744 processeurs exécutants - 57 processeurs com muniquants,

— à n niveaux ($n \geqslant 2$) : $56 \times 49^{(n-1)}$ processeurs exécutants - $57+49^{(n-2)}$ processeurs communiquants.

Répartition des ressources

La répartition des ressources - qu'elles soient matérielles (par exemple les unités de disques) ou logicielles (par exemple les programmes d'interrogation de fichiers) peut se concevoir à deux niveaux.

Au niveau élémentaire d'utilisation de la machine, par analyse et distribution sur les différents processeurs des programmes, des tâches et des périphériques.

Au niveau supérieur de partage de zones de mémoires de périphériques et de mémoires de masse. Cette fonction peut être réalisée par le logiciel de base ou par des logiciels spécifiques pour certaines applications. Les modèles 50, 60, 70 de la série 80 représentent un choix de répartition de ressources adaptées aux applications de gestion transactionnelles.

Sur le schéma 1, on remarque que chaque poste de travail est associé à un processeur de traitement et qu'un processeur est spécialisé pour le traitement des fichiers.

Le schéma 2 est une décomposition du schéma 1. On notera le bus mémoire commune et le bus spécialisé pour les mémoires de masses et périphériques.

Le schéma 3 présente la configuration générale du modèle 70 de la série 80. ●

 Directeur de la publication : Dominique Roussel - Commission paritaire 55491 - Imprimerie G.C. Press Paris

le grand quotidien français de qualité internationale.

Le Matin est un grand quotidien de qualité qui s'est donné pour mission de traiter en profondeur tous les sujets. Ainsi, chaque jour, le Matin vous informe avec sérieux et objectivité sur toute l'actualité en France et dans le monde. Chaque jour, des enquêtes et des dossiers vous permettent de mieux comprendre les problèmes de société de notre époque. Chaque jour, une rubrique de grande qualité sur les arts et la culture vous offre des sujets de réflexion, d'indignation ou d'enthousiasme.

LE MATIN
DE PARIS

LA MAISON DES BIBLIOTHÈQUES

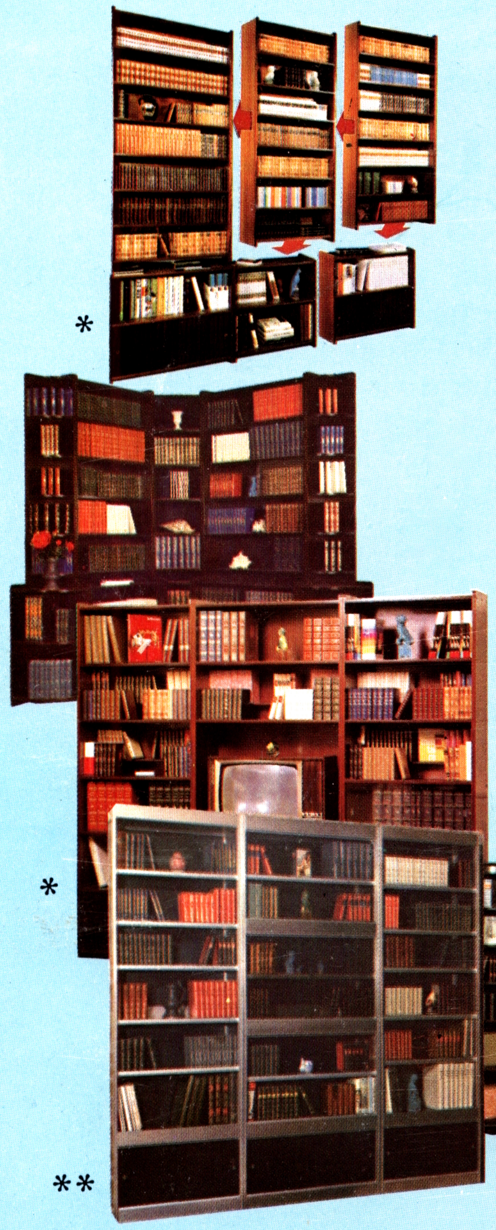
la plus moderne maison spécialisée - 61, rue Froidevaux Paris 14^{e}

dans son catalogue gratuit

150 **MODELES VITRES**
ADAPTABLES - JUXTAPOSABLES - SUPERPOSABLES
DEMONTABLES - NOMBREUX BOIS
COMBINAISONS D'ASSEMBLAGE
PAR SIMPLE POSE SANS AUCUNE FIXATION

installez-vous ULTRA-RAPIDEMENT et FACILEMENT vous-même !

à des prix imbattables !!



*** BIBLIOTHEQUES STANDARD**

Etagères en multipli, côtés en aggloméré bois (panneaux de particules). Placage acajou traité ébénisterie, vernis cellulosique satiné, teinte acajou s'harmonisant avec tous les styles. Fonds contre-plaqué. Vitres coulissantes avec onglets, bords doucis.

juxtaposables - superposables - accordables - démontables

12 hauteurs
de 64 cm à 224 cm, modèles de 2 à 8 rayons pour formats différents.

4 profondeurs
20 cm, 25 cm, 30 cm, 38 cm, nombreuses combinaisons par superposition.

4 largeurs
64 cm, 78 cm, 94 cm, 126 cm, extension par juxtaposition, utilisation des angles, etc.

BIBLIOTHEQUES CONTEMPORAINES **
TOUS FORMATS JUXTAPOSABLES
4 hauteurs - 3 largeurs
2 profondeurs - 2 couleurs

- Montants et traverses en aluminium anodisé brossé.
- Pinces d'assemblage système breveté ATX.
- Pieds à vérins, PVC noir, réglables.
- Côtés et fonds en stratifié double face 8 mm.
- Crémaillères aluminium encastrées.
- Etagères réglables en agglo stratifié double face 19 mm, chant avant avec "T" en aluminium encastré.

BIBLIOTHEQUES RUSTIQUES ***
JUXTAPOSABLES
7 hauteurs - 3 profondeurs - 5 largeurs

Vernis mat satiné, teinté noyer. Sur les montants en façade, moulure de style, étagères en multipli, montants en aggloméré, placage acajou traité ébénisterie. Dessus et socles débordants, frontons avec découpe de style. Pieds en forme, vitres claires coulissantes avec onglets. Juxtaposition, par simple pose, sans fixation grâce à notre système exclusif de moulures amovibles.

CONTEMPORAINE

CHIFFREZ VOUS-MÊME VOTRE INSTALLATION !

DU MEUBLE INDIVIDUEL AU GRAND ENSEMBLE

(à découper ou à recopier)

BON POUR UN CATALOGUE EN COULEURS **GRATUIT** à retourner à la **MAISON DES BIBLIOTHEQUES, 75680 Paris CEDEX 14** SA15

Veuillez m'envoyer sans engagement votre CATALOGUE BIBLIOTHEQUES VITREES ou non contenant tous détails : hauteur, largeur, profondeur, bois, contenance, prix, demande de devis, etc.

M ....

à ....

....

Code Postal .... Ville ....

ou par téléphone
24 H SUR 24
(répondeur automatique) **320.73.33**

LIVRAISON RAPIDE - DES MILLIERS DE REFERENCES - FACULTE DE RETOUR.

Visitez nos Expositions Vente

FRANCE

***Amiens,** 3, r. des Chaudronniers, tél. 91.97.15 - ***Bordeaux,** 10, r. Bouffard, tél. 44.39.42 - ****Clermont-Ferrand,** 22, r. G.-Clemenceau, tél. 93.97.06 - ****Grenoble,** 59, r. St-Laurent, tél. 42.55.75 - ****Lille,** 88, r. Esquermoise, tél. 55.69.39 - ** **Lyon,** 9, r. de la République, tél. 28.38.51 - ** **Marseille,** 109, r. Paradis, tél. 37.60.54 - ****Montpellier,** 8, r. Sérane, tél. 58.19.32 - ** **Nantes,** 16, r. Gambetta, tél. 74.59.35 - ****Nice,** 8, r. de la Boucherie (Vieille-Ville), tél. 80.14.89 - ****Rennes,** 18, quai E.-Zola (pr. du Musée), tél. 30.26.77 - ** **Strasbourg,** 11, av. Gal-de-Gaulle (Esplanade), tél. 61.08.24 - **Toulouse,** 2/3, quai de la Daurade, tél. 21.09.71 - ** **Tours,** 5, r. H.-Barbusse (près des Halles), tél. 61.03.28.

ouvert tous les jours, **même le samedi** (**fermé le lundi *fermé le lundi matin)

ETRANGER

BELGIQUE : Bruxelles 1000, 54, r. du Midi - **Liège 4000,** 47, bd d'Avroy - **Anvers 2000,** Mechelsesteenweg, 16 - **SUISSE : Genève 1211,** Soveco S.A., 17, bd Helvétique 3e, tél. (22) 35.16.21 - **PAYS-BAS : Bussum 1406 N.A.,** Nwe's Gravelandseweg, 33.

LA MAISON DES BIBLIOTHÈQUES
61, rue Froidevaux , PARIS 14^{e}

Magasins ouvert le lundi de 14 h à 19 h et les autres jours MEME LE SAMEDI de 9 h à 19 h sans interruption.

METRO : Denfert-Rochereau, Gaîté, Edgar-Quinet. AUTOBUS : 28, 38, 58, 68.

A.T.P. s.a. au capital de 642 360 F

Numéro spécial hors série n° 24 • Les ordinateurs et la vie quotidienne